Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.	23	151–187	München, 30. 12. 1983

Die Vorlandmolasse bei Günzburg a. d. Donau und Heggbach bei Biberach a. d. Riß im Rahmen des süddeutschen Jungtertiärs

Von HANS KARL ZÖBELEIN*)

Mit 1 Tabelle im Text und 1 Tabelle als Beilage

Kurzfassung

Ein nach der Literatur ausgewähltes Standardprofil durch die jungtertiäre Vorlandmolasse um Günzburg (Tabelle 1, 3. Profil) liefert Hinweise auf die endgültige Auffüllung der Graupensandrinne. Die Günzburger Schichten gehören zufolge ihrer stratigraphischen Lage zum tieferen Torton, die tieferen Teile und ihre Flora zur Säugereinheit MN 5, die höheren Teile und ihre Flora zum höheren MN 5 oder zum tieferen MN 6. Flora und Fauna von Heggbach sind gemäß des Vorkommens von *Megacricetodon germanicus* (det. FAHLBUSCH) wahrscheinlich höheres MN 5. ,,Oehninger Floren" kommen im Torton und Sarmat vor. Die Floren von Oehningen und Le Locle (Schweiz) und die Fauna von Sandelzhausen liegen im Torton und in MN 6, die ersteren im höheren Torton, Sandelzhausen im mittleren Torton.

Es wird dargelegt, daß die Stufen des kontinentalen süddeutschen Neogens noch nicht hinreichend mit den Neogen-Stufen der zentralen Paratethys zu korrelieren sind. Deshalb wird die bisherige stratigraphische Nomenklatur beibehalten. Die ungefähren Beziehungen gibt Tabelle 2 wieder. Die Einwanderung von Großsäugern in die Obere Süßwassermolasse (OSM) des süddeutschen Molassebeckens erfolgte später als in älteren Festlandsgebieten infolge der späten Meeresregression. Das Vorkommen zunehmend jüngerer Faunen gegen die Beckenmitte ist die Folge einer sukzessiven Abtragung der Randzonen. Das fast völlige Fehlen von *Dinotherium bavaricum* in der älteren (tortonen) OSM-Serie DEHM's wird durch die Fazies dieser Serie bedingt sein.

Abstract

A composite section, taken from literature through the Younger Tertiary Vorlandmolasse around Günzburg (Table 1, 3th section) is supplying evidence on the final filling up of the Graupensandrinne. The Günzburg strata are belonging to the Lower ,,Tortonian" according to their stratigraphical position, the lower parts and their flora to the Neogene Mammal Unit (MN) 5, the upper parts and their flora to the upper MN 5 or lower MN 6. Flora and fauna of Heggbach are probably upper MN 5 according to the occurence of *Megacricetodon germanicus* (det. FAHLBUSCH). ,,Oehningen floras" are to be found in Tortonian and Sarmatian. The floras of Oehningen and Le Locle (Switzerland) and the fauna of Sandelzhausen are Tortonian and MN 6, the former ones Upper Tortonian, Sandelzhausen Middle Tortonian.

*) Dr. H. K. ZÖBELEIN, Arnpeckstr. 10, 8000 München 90

It is demonstrated that the stages of the continental South-German Neogene cannot yet be exactly correlated with the Neogene stages of the Central Paratethys. Therefore the stratigraphical nomenclature used until lately is continued. Tentative correlation is shown on table 2. The immigration of large mammals into the Upper Freshwater Molasse (OSM) of the South-German Molasse Basin occurred at a later date than in the older continental areas because of the late regression of the Molasse sea. The presence of progressively younger faunas towards the center of the basin is a consequence of a successive denudation of the border areas. The nearly complete lack of *Dinotherium bavaricum* in the older (Tortonian) OSM-series will be explained by the facies of this series.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort

Bei der Vorbereitung einer Veröffentlichung über die Süßbrackwassermolasse im süddeutschen Jungtertiär ergaben sich in dem hier zu behandelnden Gebiet Schwierigkeiten bei der Abgrenzung der Oberen Brackwassermolasse (OBrM) gegen die Obere Süßwassermolasse (OSM). Denn die publizierten Profile umfaßten unterschiedlich benannte und unzureichend korrelierte Schichtkomplexe. Mit ihren starken Anteilen an OSM paßten sie auch schlecht in den Rahmen der geplanten Publikation. In den Grenzbereich der OBrM und OSM fällt zudem die endgültige Auffüllung der Graupensandrinne. Bezüge zwischen den jüngeren Günzburger Schichten (im Bereich der Graupensandrinne) zu jenen der Heggbacher Schichten (außerhalb der Graupensandrinne) waren zu überprüfen. Bei Heggbach/Walpertshofen wurde der Begriff ,,Albstein" erstmals definiert und stratigraphisch verwertet. Es empfahl sich daher, das vorliegende Thema gesondert zu behandeln.

Hier werden die herkömmlichen Stufennamen der süddeutschen Vorlandmolasse verwendet. Die Gründe hierfür und die Beziehungen zur Stratigraphie der zentralen Paratethys werden in Kap. 12 erörtert.

Herzlichen Dank für Auskünfte und Literaturhinweise bezüglich dieser Veröffentlichung möchte ich folgenden Herren sagen, die, soweit ohne Ortsangabe genannt, beim Universitätsinstitut und bei der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München tätig sind: Prof. Dr. R. Dehm; Prof. Dr. V. Fahlbusch; Dr. O. Fejfar, Prag; Prof. Dr. H. Hagn; Dr. K. Heissig; Dr. E. P. J. Heizmann, Ludwigsburg; Dr. K. Hinkelbein, Stuttgart; Dr. F. Hofmann, Neuhausen am Rheinfall, Schweiz; Prof. Dr. W. Jung; Prof. Dr. K. Lemcke, München; Dr. H. Mayr; Dr. D. Müller; Techn. Oberamtsrat K. Ruoff, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München; Dr. G. Schairer; Prof. Dr. F. Steininger, Wien. Außerdem danke ich Frau Hermann und Herrn Lehrer A. Buschle, Mitarbeiter am Städtischen Museum Biberach a. d. Riß für die Ausleihe von *Megacricetodon*-Zähnen aus der Probst'schen Sammlung und Herrn Prof. Dr. Fahlbusch für deren Überprüfung. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. L. Happel für seine Hilfe bei der Übersetzung der Kurzfassung und Herrn K. Dossow für die Reinzeichnung der Tabellen.

2. Zur Forschungsgeschichte

Apotheker Wetzler aus Günzburg hat mit der Erforschung der Molasse um Günzburg a. d. Donau begonnen, dadurch Eser und andere zur geologischen Erkundung der weiteren Umgebung angeregt, selbst aber nur einen kurzen Bericht über seine Funde nach den Bestimmungen von Dunker, H. v. Meyer und Heer veröffentlicht (1857: 30f.; s. Dehm (im Druck). Er war damals ,,noch nicht in der Lage, die einzelnen Schichten genau schildern zu können", hat aber in großen Zügen gegliedert und die Begriffsbildung graue Molasse, Zapfensande und obere (Pflanzen-)Mergel in die Wege geleitet. Sandberger verweist (1874: 362, 553) auf Wetzler's (unveröffentlichte) Profile bei Jungholz und Leipheim und Gümbel (1887: 289) auf dessen ,,mit grösster Sorgfalt" untersuchte Schichten bei Leipheim und Günzburg. Auch Rühl rühmt (1896: 382, 395, 396, 404) Wetzler's Forschungen und Aufsammlungen. Probst vergleicht (1866; 1883; 1888), mit Wetzler übereinstimmend, die Lagerung und Fossilführung der Schichten von Heggbach und um Günzburg und erörtert die Florenverwandtschaft mit Oehningen[1]). Rühl

[1]) ,,Öhningen" ist laut topogr. Karte Nr. 8319 und freundl. Auskunft der Stadtverwaltung der amtliche Name. Da es sich aber bei den danach benannten Schichten um einen international verwendeten Terminus handelt, dürfte bei paläontologisch-stratigraphischem Gebrauch von den verschiedenen Schreibweisen ,,Oehningen" und ,,Oehninger Schichten" etc. zu bevorzugen sein.

schließt sich (1896) diesen Darlegungen an, wobei er sich auf eigene und WETZLER's Fossilaufsammlungen stützt, deren Fundorte und -schichten er bekanntmacht. GREGOR revidiert (1982) Teile der Floren und stellt sie wie JUNG (1980) in größere Zusammenhänge. Neuere stratigraphische Einstufungen der Günzburger und/oder Heggbacher Molasse erfolgen durch DEHM (1951; 1955) und die beiden Autoren. Über Neubestimmungen von Heggbacher Säugern wird bei GREGOR (: 25–26) und in diesem Beitrag (Kap. 11) berichtet.

3. Gliederungen und Korrelationen bei Günzburg

(Tabelle 1 als Beilage)

HEER (1859: 286) und SANDBERGER (1874: 362) bringen nach Angaben WETZLER's, SANDBERGER auch nach eigenen Aufnahmen Überblicke über die Günzburger Molasse und ihre Fossilien. Eine Standard-Gliederung wurde bisher infolge des raschen Fazieswechsels nicht erstellt. Solange die KRANZ'sche Gliederung des Iller- und Hochsträß-Gebietes mittels korrelierter Schichtnummern (1904: 529 f., 536 f.) nicht sicher auf die Günzburger Gegend zu übertragen ist (s. Kap. 5, 7. Profil), können GÜMBEL's Profile (Tab. 1, 1.–4. Profil) als Unterlage für eine Gliederung dienen. Er hat seine Profile insgesamt eingehender dargestellt und durchwegs Mächtigkeiten genannt. Seine Profile von Reisensburg (1. und 3. Profil) sind gegenüber jenen der späteren Autoren auch vollständig, da sie „Obere Sande" aufweisen. Als Gliederungsnorm eignet sich jene GÜMBEL's in unserem 3. Profil, linke Spalte. Daß seine „Pflanzenmergel" ergänzend als Obere Pflanzenmergel bezeichnet werden sollten, erscheint wegen der überkommenen Bezeichnung („obere Mergel" WETZLER's; „obere Pflanzenmergel" RÜHL's und KRANZ') und zwecks Unterscheidung von Pflanzenmergeln in den Unteren Mergel- und Sandschichten (etwa im 4. Profil Nrn. 4–6) geboten. GÜMBEL beziffert die Mächtigkeit der Unteren Mergel- und Sandschichten im 3. Profil auf 27 m, indes sich aus dem 2. Profil 16,50 m und aus dem 4. Profil bis zur Talsohle 19,55 m ergeben. Dieses Schichtpaket sollte aus Korrelationsgründen jedenfalls am Dach der Hydrobienbank enden (s.: XXX), die in Günzburg schon ca. 2,90 m unter dem Nullpegel der Donau lag. Diese so nach unten begrenzten Unteren Mergel- und Sandschichten betrachte ich als die eigentlichen (s. str.). Falls GÜMBEL im 3. Profil auch Liegendes der Hydrobienbank in seine Unteren Mergel- und Sandschichten (also s. l.) einbezogen hat, bleiben sie bei der Begriffsbestimmung außer Betracht.

Die Korrelierung der Schichten stößt auf Schwierigkeiten. Vorausgeschickt sei, daß der Albstein und sein Liegendes (8./9. Profil) natürlich älter sind als die Schichtbestände des 1.–7. Profils. Die KRANZ'schen Bithynien-Schichten und ihre Entsprechungen bilden nach den Auffassungen von STRAUCH (1973: 253) und SCHLICKUM (1974: 523–524) das höchste Glied der Kirchberger Schichten. – GÜMBEL faßt 1889 abweichend von 1887 Schichten teils zusammen (s. 1. Profil) oder es entfallen Schichten (im 1. Profil Nr. (6), im 2. Profil Nr. (4)) sowie einige Textstellen und Korrelationshinweise. Mächtigkeitsangaben differieren, so im 1. und 3. Profil für die Zapfensande und ihr Hangendes von Reisensburg. Eine Zuhilfenahme von RÜHL's Befunden bei Reisensburg war nicht möglich. Er legt zwar (1896: 400–402) „Nach langjährigen und vielfachen Beobachtungen ... das interessante Profil" von Reisensburg vor. Da aber „die Angaben der einzelnen Autoren nicht mit einander übereinstimmen wollen", gibt er weder eines von deren Profilen noch sein eigenes im Detail und auch keine Mächtigkeiten an. Demgemäß verfährt KRANZ (7. Profil) bei seinen Schichten 5–10. Ich habe daher von RÜHL's Profil von Reisensburg (5. Profil) nur den oberen Teil („Gelbe Molasse") der Termini wegen wiedergegeben, während der untere Teil („Graue Molasse") vom Leibiberg stammt. RÜHL gibt dessen

Schichtstärken in bayerischen Fuß an[2]), da das Profil ,,schon von Wetzler ... vermessen war und meine Nachmessungen vollkommen übereinstimmten". Rühl hat nur die Petrefakten genauer bearbeitet und teils anders benannt. Sein Profil Leibiberg und Gümbel's gleiches oder benachbartes Profil von Leibi (4. Profil) stimmen in den Pflanzenlagern und einigermaßen in den Mächtigkeiten (ausgenommen die Nr. (9) bei Wetzler/Rühl) überein.

Bezüglich der Säugerlager bestehen neben Übereinstimmungen auch einige Unklarheiten. Bei Reisensburg sind Rühl's ,,Säugetierschichte" (5. Profil Nr. 4) und Kranz' ,,Knochenbreccie" (7. Profil Nr. 4) identisch. Diesem oberen Säugerlager – vom 7. Profil Nr. 1.–3. a) sei abgesehen – habe ich im 2. Profil (Gümbel, Landstrost) die Nr. 2 zugeordnet. Das hat zur Folge, daß im 6. Profil (Rühl, Landstrost) die Nr. 3 ein Äquivalent seiner ,,Säugetierschichte" (Nr. 4 des 5. Profils) ist, beide also (opp. Rühl) entweder in die Graue oder aber in die Gelbe Molasse zu setzen sind. Unsicher ist, ob im 5. Profil Nr. (13) und im 6. Profil Nr. 2, beide von Landstrost, ein mittleres Säugerlager vorliegt. Denkbar wäre, daß Nr. (13) trotz Rühl's andersartiger Einstufung ein Äquivalent der Säugerschichte/Knochenbreccie von Reisensburg ist. *Mastodon angustidens* im 6. Profil Nr. 2 kommt zwar laut Rühl ,,unten" in ca. 6 m starkem Sand vor. Gümbel hat es aber im 2. Profil unter dem entsprechenden 5 m mächtigen Sand Nr. 3, nämlich in Nr. (4) 1889 (opp. 1887) nicht mehr erwähnt. Ziemlich sicher liegt ein unteres Säugerlager im 1. Profil Nr. 7(8), 2. Profil Nr. 5(6), 5. Profil Nr. (2) und wohl auch im 6. Profil Nr. 1 vor, also knapp über dem Dach der Hydrobien-Schichten.

4. Fazies und Umlagerungen bei Günzburg

Soweit die Autoren in ihren Schichten Fossilien einzeln aufführen, erscheinen in den Unteren Mergel- und Sandschichten fast stets Wasserbewohner (unten noch Hydrobien; ferner Süßwassermollusken, Fische oder Wasserpflanzen). Es liegen vorwiegend limnische Sedimente vor. Die Hydrobien weisen auf restliche Einflüsse des Brackwassers und auf Ablagerung in oder unter Meeresniveau hin. Ich kann mich der von Gregor (1982: 14 Nr. 21) zitierten Meinung nicht anschließen, daß die Nelumbienschicht (s. 4. Profil Nr. 6; 5. Profil Nr. (8)) den ,,Übergang der fluviatilen in die limnische Fazies (vgl. Rühl 1896, S. 400)" darstellt. Ein Wandel tritt erst mit den mächtigen, vorwiegend fluviatilen Zapfensanden s. l ein. Deren basale Breccienschicht weist auf Einschwemmungen aus benachbarten Landoberflächen bei Einsatz der ersten großen Sandschüttung hin (s. Kap. 6). Möglicherweise haben deren Vorläufer in örtlich sandigeren Teilen des Liegenden das fragliche mittlere Säugerlager bewirkt. Die Breccienschicht ist zufolge der unterschiedlichen Einschwemmungen verschieden stark und wird anscheinend auch durch fossilarme oder -freie Äquivalente vertreten. Die Oberen Pflanzenmergel dürften vorwiegend in ruhigem Wasser sedimentiert worden sein. Darauf weisen die namengebende mergelige Beschaffenheit (s. auch Gregor's Profile W 7 und W 8 bei Reisensburg: 250) hin, desgleichen Mollusken und Fische (s. Wetzler: 38; Gümbel 1. Profil Nrn. 4 und (6); Rühl: 435 f.). Diese allgemeine, mit Rühl (: 423–424, 443–444) übereinstimmende Faziesdeutung weicht von jener Gregor's (: 142, 263, 267) ab, der ,,Bevorzugte Trocken-Fazies", ,,bis 80%", für ,,Günzburg-Reisensburg (Obere Pflanzenmergel)" annimmt[3]). Die Oberen Sande (mit ,,Tonlagen") sind wohl limnofluviatil entstanden.

---

[2]) Ein bayerischer Fuß (1') = 0,292 m; ein württembergischer Fuß (in Probst 1866: 51; 1868: 180) = 0,286 m.

[3]) Gregor's Faziesaussagen treffen nicht auf den Sedimentcharakter zu. Die Oehninger Flora bezeichnet er z. B. (: 263–264, 267) aufgrund einer ,,Gesamtartenzahl" von 18 als 100%ige Trockenfazies, obwohl Stauber (1939: 330) von 475 Pflanzenarten und u. a. 826 Insektenarten spricht, die in einem Maarsee abgelagert wurden.

Gümbel erwähnt im 1. Profil Nr. 7(8) spärlich *Congeria*, im 2. Profil Nr. 5(6) zahlreiche *Congeria* und *Cardium* neben Land- und Süßwasserbewohnern. Er knüpft daran (1887: 290, 291), die Bemerkung, daß die bei Reisensburg „über den eigentlichen brackischen Schichten liegenden obermiocänen Süsswasser- und fluviatilen Glieder ... nur einzelne, vielleicht ausgeschwemmte brackische Conchylienreste enthalten" bzw. (: 291–292) daß sich „die grosse Anzahl von brackischen Conchylien" bei Landstrost „Wahrscheinlich ... nur auf sekundärer Lagerstätte" finden. Das trifft in beiden Fällen zweifellos zu. Kirchberger Schichten wurden durch erodierende Gewässer bis mindestens zu den unteren Fisch-Schichten, wahrscheinlich aber bis zu den Congerien-Schichten (bezogen auf Kranz'ens Illerprofil, 1904: 530) aufgearbeitet. Umlagerungen und Zusammenschwemmungen bezeugen auch die Schalenbreccie im 1. Profil Nr. (6) sowie die Mergelgerölle im 1. Profil Nr. 6(7), im 2. Profil Nr. 5(6) und im 8. Profil Nr. 2).

5. Spezielle Bemerkungen zu den Profilen der Tabelle 1

Die Korrelation zwischen den Profilen um Günzburg (1.–7. Profil) und jenen von Heggbach (8./9. Profil) ist noch ungeklärt. Der Zapfensand und die Mergel von Heggbach, die Probst denen von Günzburg gleichstellt, sind vielleicht nach oben zu verschieben (s. Kap. 9, 4c). Der oberhelvetische Albstein liegt viel tiefer, als er zwecks Wiedergabe der Probst'schen Auffassung und aus zeichnerischen Gründen angeordnet wurde (s. Bemerkungen zum 8./9. Profil).

Zum 1. Profil

Zu Nr. 2: Ein Äquivalent des tieferen Teils, auch des 3. Profils i)–l), könnten am Top von Gregor's Profil W 7 von Reisensburg NE-Hang (1982: 250, 247) eine unbenannte Sandschicht von 4,55 m Stärke und darüber 0,70 m Mergel sein. – Zu Nrn. 3–5 (+ 6?) bzw. f)–h) im 3. Profil: Als Äquivalent der Oberen Pflanzenmergel betrachte ich in Gregor's Profil W 8 von Reisensburg NE-Hang ein unbenanntes, teils buntes Mergelpaket von 5,20 m Mächtigkeit über den „Dinotheriensanden". Denn nach Rühl (: 443) „gehen die Dinotheriensande allmählich in die pflanzenführenden Schichten über". Ob die überlagernden 1,85 m Sand und 3,60 m Mergel, die Gregor für die Oberen Pflanzenmergel hält, noch zu diesen oder (zum Teil?) zu den Oberen Sanden gehören, bleibt offen. – Zu Nr. (6): Gümbel hat die Schicht 1889 (opp. 1887) mit Nr. 5 zusammengefaßt, 1887 aber die Phohsande des 2. Profils Nr. 1 „ungefähr" mit (6) verglichen. Die Verschiebung von (6) unter den Strich ergäbe eine bessere Mächtigkeitsverteilung in bezug auf das 3. Profil, linke Spalte. – Zu Nr. 8(9): Falls sie der Rühl'schen Hydrobienbank entspricht (vgl. 5. Profil Nr. (1), ist das Vorkommen von *Cepaea silvana* ungewöhnlich, da aus den Hydrobien-Schichten nicht bekannt. Andernfalls wäre Nr. 8(9) einem Teil der Kranz'schen Bithynien-Schichten korrelat und über der gestrichelten Linie zu plazieren. – Zu Nr. 9(10): *Rana danubina* statt „*R. danuvica*" etc. (s. 171[16]).

Zum 3. Profil

Das Fehlen von Mächtigkeitsangaben für die Schichtkomplexe a)–l) erschwert deren Zuordnung, zumal die Stärken der Profilteile (linke Spalte) von jenen im 1. und 2. Profil abweichen. – Zu b): Im 2. Profil Nr. 5(6) ist nur von Mergelknollen die Rede. Daher dürfte b) keine eigene Schicht bilden und c) bis in das untere Säugerlager (Pfeilspitzen im 1. und 2. Profil) reichen.

Zum 5. und 6. Profil

a) Rühl hat (: 418) den Begriff Graue Molasse (394: „graue Günzburgermolasse") von Wetzler übernommen, sie (: 395–397) beschrieben und (: 398–403) in Profilen dargestellt.

Daraus wurden unser 5. und 6. Profil als bezeichnend ausgewählt. An der Iller veranschlagt RÜHL (: 403) die Stärke der Grauen Molasse auf 8,5–9 m. Nach KRANZ'ens Abgrenzung (: 529) umfaßt sie dort seine Schichten 8–4, also die Bithynien- und Silvana-Schichten von zusammen 7,34–10,68 m, im Mittel 9 m Mächtigkeit. Aus meiner Deutung von GÜMBEL's Iller-Profil (Nrn. 2–6 in 1887: 288–289 wie 1889: 36–37) ergeben sich 8,6 m. – RÜHL hält die Graue Molasse für völlig ausgesüßt (: 386, 395, 417), obwohl *Hydrobia* ,,vielfach in die graue Molasse aufsteigt" (: 409; unser 5. Profil Nr. (3)) und auch an der Iller noch in den äquivalenten Bithynien-Schichten vorkommt (s. KRANZ: 488 Nr. 8, 489 Nr. 6, 529 Nr. 7+8).

b) Den Begriff Gelbe Molasse hat RÜHL eingeführt. Vor ihrer Beschreibung (: 419–424) erörtert er (: 418) die Gründe für und gegen die Benennung und schließt: ,,Man möge daher dem Namen gnädig sein." Diesem Wunsch steht entgegen, daß die Gelbe Molasse in seinen Profilen um Günzburg gegenüber der GÜMBEL'schen Aufnahme (s. unser 1. Profil) unvollständig erfaßt ist. Außerdem reicht RÜHL's ,,gelbe Molasse ... von Württemberg bis Ungarn", dazu weit nach S und SW (: 420–421), womit sie verschiedenerlei Schichten umfaßt (s. Kap. 10). Über die Sande der Gelben Molasse siehe Abschn. d).

c) RÜHL's Hydrobienbank: RÜHL nimmt (: 386–387; Profile: 398 Nr. 3; 399 Nr. 1; 401 Nr. 1; 403 Nr. 3) als oberstes Glied der Kirchberger Schichten ,,für die Praxis" ,,eine gewöhnlich mergelige Schicht [an], die oft in harten Steinmergel übergeht und vollgespickt ist mit der Aussüßungsform der genannten *Hydrobia*" *(semiconvexa)*. Darüber beginnt seine Graue Molasse. In RÜHL's Profil vom Leibiberg (: 399; s. 5. Profil) liegt die Hydrobienbank im Mittel 2,42 m unter dem Unionidenpflaster (Nr. (8)), in seinem Profil vom Jungholz bei Leipheim (: 398) 2,89 m unter der entsprechenden Nr. 8 und ist 0,26 m dick. Man kann daher RÜHL folgen, daß es sich um die gleiche Hydrobienbank handelt. Im Jungholz liegen unter der Hydrobienbank eine 0,20 m mächtige Bithynienbank und 0,70 m Bithyniensand, also keine weiteren Kalkbänke wie in kurzen Abständen an der Iller.

KRANZ erklärt (: 529[2], 534[1]), daß seine Bithynien-Schichten zusammen mit den Silvana-Schichten (ausschließlich der Knochenbreccie) bei RÜHL Graue Molasse heißen (s. 7. und 5. Profil). Da KRANZ (: 529) seine Hydrobien- (und damit Kirchberger) Schichten im Iller-Profil mit einer Kalkbank, Schicht Nr. 9 enden und darüber seine Bithynien-Schichten beginnen läßt, ist diese Kalkbank definitionsgemäß die Hydrobienbank RÜHL's. Ob RÜHL diese Kalkbank Nr. 9 gemeint hat, ist aus seinem gerafften Profil ,,in Kirchberg" (: 403) leider nicht zu ermitteln[4]). Schicht 9 ist in KRANZ'ens Profil G (: 499) ein 0,23 m starker ,,Heller Kalkstein mit zahllosen *Hydrobia semiconvexa*" neben limnischen Mollusken. Als ,,zahllos" bezeichnet er die Art aber auch in Nr. 11–13 seines Profils D_1 (: 494), einem hellen harten Kalkstein von 0,35 m Mächtigkeit sowie in Nr. 11–13 seines Gesamtprofils der Kirchberger Schichten (: 530); weiterhin als ,,häufig" bzw. ,,besonders häufig" in den Kalksteinen Nr. 11 bzw. Nr. 13 des Profils C (: 491), die 0,08 bzw. 0,12 m dick sind.

Außer in Profil C scheidet KRANZ die Schicht Nr. 11 als hellen oder als grauen bituminösen Kalkstein auch in den Profilen A (0,20 m), A_1 (0,14 m) und F_1 (0,15 m) eigens aus. In diesen Profilen erscheint *Hydrobia* aber nur in A. O. FRAAS führt in seinem Profil (in ENGEL 1896: 386) nur Nr. 1 als 0,20 m dicke ,,harte, graue Kalkbank" mit *Hydrobia* und *Bithynia* an, die nach meiner Profildeutung (erscheint später) KRANZ'ens Nr. 9 entspricht. Als korrelat wird auch GÜMBEL's Schicht Nr. 7 (1887: 288–289 wie 1889: 36–37) gedeutet werden, ein 1 m mächtiger ,,harter, gelblicher Mergelkalk" (vgl. RÜHL: 403 Nr. 3: ,,ein gelblicher Mergelkalk"); nur daraus nennt GÜMBEL *Hydrobia* etc.

---

[4]) Die Gemeinden 7901 Oberkirchberg und 7901 Unterkirchberg wurden am 1.4.1972 zur neuen Gemeinde 7901 Illerkirchberg 1 bzw. 2 /über Ulm zusammengeschlossen. Daneben besteht der Ort 7959 Kirchberg an der Iller über Laupheim weiter (freundl. Auskunft des Postamts Ulm). Das Typusgebiet der brackischen Kirchberger Schichten liegt am westlichen Illerhang bei Illerkirchberg und reicht von Unterkirchberg bis 2,8 km S Oberkirchberg (s. KRANZ 1904: 483 Abb. 1).

Aus diesen Profilvergleichen und im Vertrauen auf KRANZ'ens Orts- und Sachkunde schließe ich, daß seine Bank Nr. 9 und nicht die Bank Nr. 11 die RÜHL'sche Hydrobienbank ist. Im übrigen sind die Zwischenschichten Nr. 10 und 12, soweit KRANZ sie in seinen Iller-Profilen gesondert aufführt, durchschnittlich nur 0,21 bzw. 0,08 m mächtig. Die Hydrobien-reichen Bänke Nr. 9, 11 und 13 liegen hier also eng beisammen und insofern wäre eine Verwechslung nicht schwerwiegend.

RÜHL fand (: 387) die Hydrobienbank auch unter der Donau bei Günzburg, wo er brackische Schichten beim Brückenbau ca. 10 Fuß (ca. 2,90 m) unter dem Nullpegel beobachtete. Der Nullpegel lag im Jahre 1901 auf 439,60 m ü. NN. (freundl. Mitt. von Herrn Techn. Oberamtsrat K. RUOFF). KRANZ schreibt dieser Hydrobienbank im 7. Profil die Nr. 11 zu (s. Bemerkungen).

GREGOR läßt (: 14) die Graue Molasse, RÜHL folgend, über der Hydrobienbank beginnen, stellt aber (: 13 Nrn. 11, 16; opp. RÜHL) diese ,,Süßwasser-Kalkbank" zur OSM. Davon abweichend betrachtet er (: 24) die Graue Molasse als ,,Aussüßungshorizont", wobei dieser ,,Horizont" z. B. im 5. Profil 13 Schichten von 12,35 m Mächtigkeit aufweist.

d) RÜHL's Zapfen- oder Phoh- und Dinotheriensande: GÜMBEL vermerkt im 3. Profil Nr. d–e), RÜHL im 6. Profil Nr. 4 nur Zapfensande von ähnlicher Mächtigkeit. Phohsande führt RÜHL (: 418) auch bei seiner allgemeinen Gliederung der Gelben Molasse nicht auf. Statt ,,Phohsande" (2. Profil Nr. 1; 5. Profil Nr. 4) wird auch ,,Pfohsande" verwendet (2. Profil Nr. 1; 7. Profil Nr. 1.–3.b). KRANZ nennt dort (: 533) ,,Zapfensand (Pfohsand mit und ohne sandige Kalkconcretionen)" sowie ,,Zapfen- und äquivalente Pfohsande", wonach es sich bei letzterem also um lokale Entsprechungen des Zapfensandes handelt. Die volkstümliche Bezeichnung für diese Fuchssande kann entfallen, zumal sie auf Sande verschiedenen Alters (etwa der OMM bis zum Pleistozän) angewandt wird.

Die ,,Dinotheriensande" bezeichnet RÜHL (: 401, 420, 422) als ,,meistens genau abgeschnittene Schichte" über dem Zapfensand, bestehend aus mächtigen Ablagerungen von rotgelbem, fast reinem Quarzsand, der noch eisenschüssiger als der Zapfensand ist und schlecht erhaltene Pflanzenreste führt. GÜMBEL scheidet keine ,,Dinotheriensande", RÜHL sie in den Profilen von Günzburg (: 400) und Reisensburg (5. Profil Nr. 5) ohne Mächtigkeitsangaben aus. KRANZ faßt (: 533–534; 7. Profil Nr. 3b) den Dinotheriensand mit dem Zapfen- und Pfohsand zusammen. RÜHL hat den Begriff ,,Dinotheriensande" infolge einer irrtümlichen Verallgemeinerung auf das Günzburger Gebiet übertragen (s. Kap. 10), weshalb ich ihn hier in Anführungszeichen setze. Man wird die ,,Dinotheriensande" + Zapfen- und/oder Pfohsande + Knochenbreccie als ,,Zapfensande s. l." bezeichnen können. Da aber RÜHL aus seinen verschiedenen Sanden Fossilien nennt und Korrelationen daran knüpft, sollen ihre Bezeichnungen vorerst beibehalten werden.

Zum 7. Profil

KRANZ legt (: 533) seinem Profil die Befunde von WETZLER (1857: 34f.), GÜMBEL (1887: 290f.; 1894: 378f. – 1889 erwähnt er nicht), RÜHL (1896: 382f.) und eigene Aufnahmen zugrunde.

Zu Nrn. 1.–3. a): Die Oberen Pflanzenmergel dürften unvollständig aufgeschlossen oder erhalten sein. Denn ihre Mächtigkeit beträgt im 1. Profil (Nrn. 3–5) 10, 25 (? 7,75) m und im 3. Profil 6 m. – Zu Nrn. 1.–3. b): Im viergeteilten, sandig-konglomeratischen, kalkhaltigen Schichtpaket ist nur der unterste Meter ,,Grünlichgrauer, glimmerreicher Thon". Die Gesamtmächtigkeit (12 m) entspricht fast jener im 6. Profil Nr. 4 (11 m). – Zu Nr. 4: KRANZ nennt (: 534–535) unter den ,,unzähligen Land- und Süsswasserschnecken" der Knochenbreccie keine Hydrobien. Sie kommen ,,mehr unten", nämlich in den Bithynien-Schichten vor, bis wohin sie

auch an der Iller aufsteigen. – Zu Nrn. 4 und 5–10 z. T.: KRANZ grenzt seine Silvana-Schichten nicht nach unten ab, weshalb er auch keine Mächtigkeiten angibt. – Zu Nr. 5–10 und 11–17: KRANZ'ens Zusammenfassung dieser Schichtfolgen und deren fragliche Abgrenzung bezeugen, daß er sein Günzburger Profil nicht exakt gliedern und mit dem Iller-Profil korrelieren konnte. Daher bleiben auch Ober- und Untergrenze der Bithynien-Schichten bei ihm unbestimmt. Die Untergrenze fällt aber zufolge seiner Definition (: 529[1], 534[1]) mit jener der Grauen Molasse RÜHL's zusammen. Die Bithynien-Schichten sind also bis dorthin zu verlängern (s. Pfeil) und die Hydrobien-Schichten entsprechend tiefer zu legen. Die Mächtigkeiten von über 17 m bzw. mindestens 14 m, die KRANZ im Text (: 534–535) bei den Nrn. 5–10 nennt, aber mittels Klammer zu den Hydrobien- und Fisch-Schichten zieht, gleichen den 14 m bei Landstrost (6. Profil Nrn. 1+2) und nähern sich jenen im 2. Profil Nrn. 3–5 (16,50 m) und im 5. Profil Nrn. (2)–(14) (12,35 m). KRANZ'ens besagte Mächtigkeiten stellen also die Mächtigkeiten von GÜMBEL's Unteren Mergel- und Sandschichten (s. str.) und von RÜHL's Grauer Molasse dar. – Zu Nr. 11: Durch Verschiebung des Daches der Hydrobien-Schichten nach unten bildet der Mergel und Steinmergel mit *Hydrobia* die Unterlage der Bithynien-Schichten. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesem daher um die Hydrobienbank RÜHL's (KRANZ'ens Nr. 9 und nicht Nr. 11).

KRANZ trifft seine Einstufungen im 7. Profil teils nach der älteren Stratigraphie. Als „Mittelmiocän" gelten auch bei ENGEL (1896: 409 und unterteilt 1908: 538) die brackischen Schichten. Die Bithynien- und Silvana-Schichten des „Obermiocäns" führen Landschnecken des Tortons. Die Schichtfolge Nrn. 1–3.b) „dürfte dem obersten Miocän zuzurechnen sein", wobei KRANZ (: 545) auf RÜHL's Florencharakterisierung (: 443–445) verweist. Dagegen und für Torton spricht *Cepaea silvana* in den Oberen Pflanzenmergeln (1. Profil Nr. 4). Sarmat läßt sich aus den Floren, Säugern und der profilmäßigen Höhe nicht herleiten. Von seiner Stratigraphie ist KRANZ selbst abgewichen. Bei den „Ablagerungen der Ulmer Bucht" bezeichnet er (1905: 195[1]) die Silvana-Schichten als Profilhöchstes und als „Obermiocän", die Bithynien-Schichten und ihr Liegendes bis zu den Paludinen-Schichten (= basale Kirchberger Schichten) als „Oberes Mittelmiocän" und die vermeintliche „Marine Molasse" (tatsächlich die Grimmelfinger Schichten) als „Unteres Mittelmiocän".

Zum 8. und 9. Profil

Der Fundpunkt Heggbach (Heggbacher Mühle am Buchhaldenberg; s. LICHTER & LISKE 1974: 308 Abb. 1) ist wegen seines Floren- und Faunenvergleichs mit der Günzburger Molasse und mit Oehningen sowie wegen seiner stratigraphischen Einbindung interessant. Die Änderungen im 9. gegenüber dem 8. Profil gehen auf nachträgliche Mitteilungen PROBST's an ENGEL zurück, wie sich aus der Verschüttung der Grube vor 1883 (s. das Folgende) ergibt.

Über die Geschichte des Aufschlusses und seiner Aufsammlungen berichtet PROBST (1888: 66–67, 69), daß die Bauern im Jahre 1848 „auch für sich eine bescheidene Märzerrungenschaft herausschlagen" wollten. Ihr Ansinnen, eine Sand- und Mergelgrube zu eröffnen, wurde von der gräflichen Gutsherrschaft genehmigt. Mergel durften nur die Bauern und Bürger, nicht aber der Herr Pfarrer abfahren. „Ich konnte freilich keinen Rechtstitel geltend machen, stellte mich aber auf den Standpunkt des Negligierens ... ließ mein Fuhrwerk hinüberfahren wie zuvor ... und meine Schränke füllten sich mit einer großen Zahl von Blattabdrücken." PROBST hat dort seit 1857 Fossilien gesammelt (auch Knochen, die nach Meinung der Fuhrleute der Hund des Müllers vergraben hatte), 1865 Pflanzen entdeckt und sie bis zur Verschüttung der Grube ausgebeutet (1883: 168, 172). Seine Sammlung mit u. a. „vielen tausend Pflanzenresten ... von der Heggbacher Mühle" (GREGOR 1982: 25) befindet sich im Städtischen Museum in Biberach a. d. Riß.

Zu Nr. 1[1]: Zusammen mit WETZLER beobachtete PROBST eine auffallende, auch geologisch-paläontologische Übereinstimmung der Zapfensande von Heggbach und ihres Liegenden mit jenen um Günzburg-Schneckenberg (1866: 50; 1883: 168; 1888: 66–67). Die Mächtigkeiten der

Zapfensande s. l. von 8,02 [+ x ?] m (unser 9. Profil; Hangendes ist Pleistozän lt. PROBST 1873: 132), 11 m (6. Profil) und 12 m (7. Profil) sind vergleichbar. Weiteres dazu in Kap. 9, 4c. – Zu Nr. 2: Die Säuger und Mergelknollen, „wie Gerölle eingebettet", in der Knauerschicht könnten wie die Knochenbreccie und ihre Äquivalente (7. Profil Nr. 4; 5. Profil Nr. 4 unten; 2. Profil Nr. 3) beim Einsetzen der E-W- (Glimmersand-)Strömung zusammengeschwemmt worden sein (s. Kap. 6). Über die Wirbeltiere der Heggbacher Schichten siehe Kap. 11. – Zu Nr. 3[2]–6[5]: Die Sedimente samt ihren Fischen, wasserbewohnenden Pflanzen und Mollusken ähneln den Unteren Mergel- und Sandschichten um Günzburg. Ob aber die einzelnen Schichten zu korrelieren sind, ist angesichts der Entfernung und der unterschiedlichen Mächtigkeiten fraglich. – Zu Nr. 6[5]: Die Pflanzenschicht „besteht deutlich aus mehreren Abtheilungen" mit teils verschiedenen Pflanzen (1868: 172 f.; 1883: 170). Die Bithynien-Deckel häufen sich nach oben sehr. Die Schicht mit ihren häufigen Wasserpflanzen entstand nach PROBST (1868: 173) als Schlamm „auf dem Grund eines Teichs oder in einer ruhigen Bucht eines fließenden Wassers", „in welche die Pflanzenreste von der benachbarten Landschaft hereingeweht oder geschwemmt wurden." Dagegen bezeichnet GREGOR (: 142, 264, 267) Heggbach als eine „Bevorzugte Trocken-Fazies" „bis 80%", die er in Gegensatz zur „Sumpf-Fazies" stellt, die „alle Feucht-Fazies-Bereiche rund um die Wasser-Fazies" umfaßt. Nach PROBST (1888: 71) war bei Heggbach „eine wasserreiche Landschaft mit Wald, sehr vorherrschend mit Laubwald bestanden". Doch ist man „bislang nicht im stande . . ., die trockenen Stellen, auf denen der Wald mit seinen Bewohnern wuchs, aufzufinden." Zum Pflanzenbestand siehe Kap. 8. – Zu Nrn. [9], [8–10]: PROBST hat (1868: 180) den „Albstein" als geologischen Begriff eingeführt und beschrieben. PROBST und ENGEL wußten noch nicht, daß zwischen dem Albstein und der OSM die Zeit der Grimmelfinger und Kirchberger Schichten liegt (vgl. MOOS 1925; KIDERLEN 1931). Sie hielten deshalb den Albstein und die (schwach brackischen oder ausgesüßten) Deck-Schichten der OMM [Nrn. 9+10] für den „unt. *Sylvana*-Horizont", was GREGOR (: 25) übernimmt.

6. Auffüllung der Graupensandrinne

Die Günzburger Gegend liegt im Bereich der Graupensandrinne, Heggbach rund 7 km SE ihres SE-Randes und ca. 45 km SW Günzburg. Bei Günzburg weisen die Unteren Mergel- und Sandschichten in ihren tiefen Teilen ausweislich der Hydrobien noch schwach brackische Einschläge auf. Die Sedimente wurden also in einer Rest-Graupensandrinne zunächst in oder unter Meereshöhe abgesetzt. Der danach limnisch sedimentierte Großteil der Unteren Mergel- und Sandschichten dürfte die Graupensandrinne vollends aufgefüllt haben. Örtlich können die mergeligen Ablagerungen nach oben zu in sandig-mergelige und sandige Sedimente übergehen (2. Profil Nr. 2; 6. Profil Nr. 2). Die Albsteinschwelle, die die Brackwässer der Graupensandrinne von der südlichen Süßwasserzufuhr großenteils abgeschirmt hatte (vgl. LEMCKE & a. 1953: 31 f., 39 f.), war nach dieser Zeit endgültig untergetaucht. Die Schüttung mächtiger Sandmassen über die ehemalige Albsteinschwelle und Graupensandrinne hinweg setzt erst mit den Zapfensanden ein. FÜCHTBAUER hat (1954a: 33 Abb. 2g, 39) den Einsatz einer alpinen E-W-Schüttung zu Beginn der OSM herausgestellt. Sie „eroberte sich nahezu das gesamte Molassebecken mit zunächst feinkörnigen, dann immer gröberen Sedimenten" (: 39). HOFMANN verfolgt sie als „Glimmersandschüttung" vom Hegau durch die Ostschweiz gegen das Rhonetal. „Die Basis der zentralen Glimmersandrinne ist mit der Basis der OSM identisch" (1956: 23, 25, 26; 1955: 107, 121; 1960b; 1969). Wenn aber „Die Glimmersande der Ost-West-Schüttung . . . in Form rein fluviatiler Stromrinnen in die übrigen fluvioterrestrischen Sedimente der OSM eingelagert" sind (HOFMANN 1960a: 2), dann liegt die OSM-Basis etwas tiefer, wie sich auch aus Folgendem

ergibt[6]). Nach der Hauptsandschüttung erfolgte wieder vorherrschend limnische Sedimentation, wie die Oberen Pflanzenmergel und ihre Fossilien bezeugen. Den Schluß des Profils bilden limnofluviatile mergelige Sande und Sande.

7. Pflanzen bei Günzburg

a) Aus den Unteren Mergel- und Sandschichten hat WETZLER (1857: 38) erstmals 11 Taxa (det. HEER) aus dem ,,untern grauen Sandstein" bekanntgemacht. Dieser Sandstein war beim Eisenbahnbau aufgeschlossen (: 33) und GÜMBEL (1887: 291; siehe 1. und 3. Profil unten) und RÜHL (: 412) nicht mehr zugänglich. HEER verweist (1859: 286) bei seinem Fossilregister der Günzburger Gegend auf WETZLER's Veröffentlichung und ,,theils auf ausführliche briefliche Mittheilungen". Er nennt aus diesem tieferen Pflanzenlager u. a. 6 *Cinnamomum*-Arten, dazu wie GÜMBEL und RÜHL (opp. WETZLER) nur hieraus *Nelumbium Buchii* (s. 4. Profil Nr. 6; 5. Profil Nr. (8)). GÜMBEL zählt aus seinem ,,Hauptpflanzenlager" (4. Profil Nr. 4) 15 Taxa auf, darunter 4 Arten von *Cinnamomum* und HEER's *Gardenia Wetzleri* (nach GREGOR 1982: 23 = *Spirematospermum wetzleri)*. Die Pflanzentypen entsprechen GÜMBEL zufolge etwa der Sumpfflora von ,,Virginien"/USA[7]). Diese Schicht dürfte jener RÜHL's (5. Profil Nr. (10)) und GÜMBEL's Nr. 6 der ,,Nelumbienschicht" RÜHL's (5. Profil Nr. (8)) entsprechen. RÜHL hat sich durch Aufsammlung und Bestimmung von Fossilien der Günzburger Gegend[8]) und auch dadurch ausgezeichnet, daß er die Bestände WETZLER's und deren geheimgehaltene Fundstellen (s. RÜHL: 405) in seine Veröffentlichung aufgenommen hat. Sie ist eine wertvolle Dokumentation, zumal ein Teil von WETZLER's Sammlung in München durch Kriegseinwirkung 1944 vernichtet wurde. RÜHL's Profile um Günzburg sind laut GREGOR (: 22) heute nicht mehr zugänglich bzw. nicht mehr aufzufinden. Einzelne kleine Sammlungen von Handstücken RÜHL's hat GREGOR in Museen vorgefunden. Er selbst hat drei Profile in der Günzburger Gegend aufgenommen (: 247, 250–251 W 7/8, W 12). RÜHL behandelt (: 412–414) aus der Grauen Molasse 21 Taxa. GREGOR nennt daraus (: 23) eine Art, *Spirematospermum wetzleri*[9]) und (: 24, 263–264) aus der ,,Nelumbienschicht" weitere 5 Arten, die er aus einem Handstück RÜHL's vom Leibiberg ausgeschlämmt hat. Die kleinregional verwendete Bezeichnung ,,Nelumbienschicht" (vgl. GREGOR: 14 Nr. 21) lehnt er (: 194–195) als regionalstratigraphischen Begriff ab. GREGOR gibt (: 250 W 5) RÜHL's Profil vom Leibiberg (unser 5. Profil Nrn. (1)–(14)) wieder. RÜHL's Schicht Nr. (10), die ich mit GÜMBEL's ,,Hauptpflanzenlager" (4. Profil Nr. 4) korreliere, hat GREGOR in seinem Profil W 5 (beim Wort ,,blau") nicht markiert.

---

[6]) Die tiefere Schichtfolge bei Günzburg ähnelt jener im Hegau (s. SCHREINER 1970: 73). Dort folgen über den Kirchberger Schichten die meist 20–30 m mächtigen Haldenhofmergel. Ihr tieferer Teil enthält wie jener der Unteren Mergel- und Sandschichten noch Hydrobien, außerdem *Cepaea renevieri* (s. ERB 1931: 29, 31), ist also brackisches Oberhelvet. Zur OSM gehören die höheren Haldenhofmergel und darüber die Glimmersandschüttung. Deren untere Abteilung, die Steinbalmensande, führt kalkig-verfestigte lagen- und linsenförmige Konkretionen (,,Balmen"; vgl. die Zapfensande).

[7]) Ein ,,Virginisches Klima" nimmt auch HANTKE (1954: 103) für die Oehninger Flora an. Seine ,,wahrscheinlichen Klimawerte" gibt GREGOR (: 191) wieder; die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 16°C (nicht bei 24° nach SCHREINER 1976: 20). DEHM verweist (1960: 37–38) auf einen Klimawechsel in der OSM-Serien-Folge.

[8]) Über ein Drittel der RÜHL'schen Sammlung, nämlich seine früheren Pflanzenfunde von Reisensburg hat PROBST bestimmt (RÜHL: 444).

[9]) Zu den falsch bestimmten Taxa zählt GREGOR auch jene, deren Gattungsnamen nicht mehr zutreffen, hier z. B. *Gardenia wetzleri.*

b) Aus den Zapfensanden beschreibt RÜHL (: 431–433) 7 Arten, darunter 2 von *Cinnamomum*. GREGOR gibt (: 23) 2 sichere Arten, darunter *Gleditsia* (früher „*Podogonium*") *knorrii* und 2 fragliche oder falsch bestimmte an. Von den 6 Taxa aus den „Dinotheriensanden" von Ettlishofen (10 km SW Günzburg) kennt RÜHL (: 433–434) 2 auch von Reisensburg.

c) Aus den Oberen Pflanzenmergeln nennt WETZLER (: 38) ohne Fundpunktangabe 24 Arten (det. HEER), die RÜHL (: 437) dem Schneckenberg bei Reisensburg zuschreibt. Davon teilen HEER (: 286) und RÜHL (: 414) *Nelumbium Buchii* und *Carpolithes Wetzleri* (= HEER's *Gardenia Wetzleri* nach frdl. Auskunft von Herrn Prof. Dr. JUNG, nun *Spirematospermum wetzleri*) dem unteren Pflanzenlager (WETZLER's unterem grauen Sandstein) zu. Dessen *Podocarpium Knorri* aus dem Oberen Pflanzenmergel heißt bei HEER (: 286) und RÜHL (: 441) *Podogonium Knorrii*. GÜMBEL hält (1889: 38) die Pflanzen der Oberen Pflanzenmergel von Reisensburg (1. Profil Nr. 3) für ähnlich wie jene des Hauptpflanzenlagers von Leibi (4. Profil Nr. 4). Namentlich führt er aus den Oberen Pflanzenmergeln nur *Podogonium Knorri* an (1. Profil Nr. 3; 3. Profil f). RÜHL zählt (: 437–441) 77 Taxa von Reisensburg auf. Davon registriert GREGOR (: 23–24) 10 sichere und 15 fragliche oder falsch bestimmte Arten. 9 Arten legt er seiner Aussage über eine „Bevorzugte Trocken-Fazies" „bis 80%" zugrunde (: 142, 263–264, 267). *Gleditsia knorrii* ist eine Leitform für seinen pflanzensoziologischen „knorrii-Verband", „Zone (OSM-3b)" (: 166, 165, 189, 193). *Gleditsia* stirbt „im mittleren (?) Pliozän" in Europa aus (HANTKE 1980a: 1031).

8. Pflanzen von Heggbach

Den Florenbestand gibt PROBST (1868: 174–175; 1879: 267–269) mit 53 Taxa (det. HEER) an, darunter *Podogonium Knorrii*[10]). Dazu kommen aus PROBST's nachfolgenden Aufsammlungen und eigenen Bestimmungen 39 Taxa. Er spricht (1888: 71) von „mehr als 100 Arten", beschreibt 1883 ca. 90 und 1884 ca. 20, also rund 110 Taxa aus Heggbach und beziffert (1884: 84) die Flora der OSM Oberschwabens auf „46 Fam., 78 Gen., 130 Arten". Von „Heggbach" nennen ENGEL (1896: 404–405) 93 und (1908: 561–563) 135 Taxa, KRANZ (1904: 546–549) deren 43, davon 3 fragliche und GREGOR (1982: 26) in seiner „Florenliste (nach PROBST, 1883, 1888 und eigener Nachprüfung der Coll. Stu[ttgart] und Bi[berach])" 11 gültige und 10 fragliche oder falsch bestimmte Taxa. Seiner Aussage über eine „bevorzugte Trocken-Fazies" „bis 80%" liegt eine „Gesamtartenzahl" von 9 zugrunde (: 142, 263–264, 267).

9. Verwandtschaft und Korrelation der Floren von Günzburg, Heggbach, Oehningen und Le Locle und deren Einstufungen

1. Verwandtschaft und Korrelation

a) Günzburg und Heggbach. – Laut GÜMBEL (1889: 38) ist sein „Hauptpflanzenlager" bei Günzburg (4. Profil Nr. 4) floristisch „ähnlich wie jenes von Heggbach" beschaffen (8./9. Profil Nr. 6[5]). PROBST bemerkt (1873: 135–136; 1879: 274) Unterschiede zwischen der Flora von Heggbach und jener WETZLER's vom „Schneckenberg bei Günzburg (den obersten Schichten daselbst)", also den Oberen Pflanzenmergeln, in welchen vor allem *Cinnamomum*

---

[10]) PROBST nennt diese Art (1868: 175 Nr. 36) von Heggbach, 1873 (: 135) vom Hochgeländ und 1879 (: 269 Nr. 46) nur von dort, GREGOR (: 26) sie von Heggbach und (: 34) Oehningen, HEER sie (: 210) auch von Le Locle. Le Locle liegt im Schweizer Kanton Neuenburg, 170 km WSW Stein a. Rhein.

fehlt[11]). RÜHL findet diese Gattung noch in seinen Zapfensanden (: 413, 431, 444), doch nicht mehr in den ,,Dinotheriensanden" (: 433–434). Aber ihm ,,scheint die Flora von Reisensburg eben zu den Dinotheriensanden zu gehören, wenigstens zu deren Abschluß" (: 435). Einen ,,Ersatz für die bei uns mangelhafte Flora der Zapfensande" sieht RÜHL in der Flora von Heggbach, die ,,an der Grenzlinie zwischen der gelben und grauen Molasse" läge (: 432, 443; so auch GREGOR's Zitate: 13, 26 bezüglich der Lage). PROBST's Pflanzenschicht liegt aber zufolge seiner und WETZLER's Gleichstellung der Zapfensande von Heggbach und Günzburg unter den Zapfensanden und somit in RÜHL's Grauer Molasse bzw. in GÜMBEL's Unteren Mergel- und Sandschichten.

RÜHL (: 416, 444) schließt aus dem Ausbleiben von *Cinnamomum*, der Nelumbien, Gardenien usf. in den Oberen Pflanzenmergeln auf eine Klimaveränderung von einem wärmeren zu einem gemäßigteren Klima. PROBST (1873: 131–132, 134–136) hatte aber im ,,Hochgeländ" (6 km SE bis 10 km S Biberach), im ,,Schichtencomplex vom Zapfensand aufwärts" und zwar bis 114,5 m höher als dieser häufig *Cinnamomum* (neben *Podogonium Knorrii* etc.) gefunden. Hauptfundorte waren der Josefstobel bei Heinrichsburg und Scharben. Das Gebiet liegt innerhalb der mittleren OSM-Serie DEHM's. PROBST schreibt zur Flora (1873: 135–136; 1879: 274): ,,Dieses Vorherrschen der *Cinnamomum*-Blätter steht in einem gewissen Contrast mit dem Fehlen desselben bei Günzburg." ,,Ob nun zufällig in der Nähe von Reisensburg bei Günzburg damals diese Bäume gefehlt haben – oder ob diesem Fehler eine tieferliegende Bedeutung zuzuschreiben sein möchte, wollen wir nicht entscheiden." RÜHL (: 444), der die Schrift PROBST's von 1873 zitiert, hat die Vorkommen von *Cinnamomum* im ,,Hochgeländ" nicht in Betracht gezogen. GREGOR erwähnt (: 212) PROBST (1873) nicht.

b) Günzburg-Heggbach und Oehningen-Le Locle. – Nach HEER (1859: 286–287) führen ,,weißgraue sandige Mergel" [unsere Oberen Pflanzenmergel] um Günzburg (Leibiberg, Reisensburg, Landstrost) eine Flora, ,,die mit derjenigen Oeningens sehr große Übereinstimmung" zeigt und daher ,,unzweifelhaft in diese Stufe" gehört. ,,Unter dieser Oeningerbildung treten Lager von Sand und Mergeln auf, welche sehr wahrscheinlich in der mittelmiocenen Zeit gebildet wurden, da sie einige Pflanzen einschließen, welche sonst nirgends in der obern Molasse gefunden wurden." Bezüglich der Flora von Heggbach zitiert PROBST (1868: 177) HEER's briefliche Mitteilung, daß sie diejenige unserer OSM ist und mit der von Oehningen übereinstimmt. Doch schreibt er (1888: 70), daß HEER sie schon nach der ersten Sendung als ,,ähnlich jener von Oeningen" bezeichnet hatte. PROBST verweist (1868: 176) auf einige Verschiedenheiten, worin sich Heggbach näher an Bilin anschließt. Wegen einer nicht zu verkennenden Abweichung von Oehningen ,,trotz aller Uebereinstimmung im Grossen und Ganzen" und wegen der tieferen Lage in der OSM könnte Heggbach ,,wohl richtiger und genauer mit Locle als mit Oeningen parallelisiert werden" (1879: 273–274). Denn Heggbach und Locle lägen knapp über Meeresbildungen, wogegen die Steingruben von Oehningen ,,in unbekannter, aber jedenfalls beträchtlicher Höhe über dem Marin sich befinden." RÜHL meint (: 432), daß die Flora der Günzburger Zapfensande (mit ihren 7 Arten) und die von ihm damit korrelierte Flora von Heggbach ,,den Charakter zwischen Locle und Öningen" trägt. Da aber ,,Dinotheriensande" sowohl Oehningen wie die Günzburger Zapfensande überlagern, scheint ihm die ,,Annahme nicht unbegründet" zu sein, ,,daß hauptsächlich die äquivalente Flora für unsere Zapfensande in Öningen gegeben sei. Mögen neue Forschungsresultate die Frage vollständig aufklären!" Die Oberen Pflanzenmergel von Reisensburg erscheinen ihm hingegen ,,entschieden jünger ... als Öningen" (: 444, 414). Er denkt sich (: 445) ,,über Heggbach ... Öningen gestellt ... und darüber Reisensburg" [Obere Pflanzenmergel]. KRANZ (s. 7. Profil) und GREGOR (: 166,

[11]) Statt *Cinnamomum* schreibt JUNG (1968) *Cinnamomophyllum* und verweist (: 46*) auf den nun gültigen Gattungsnamen *Daphnogene*.

171) haben RÜHL's Auffassung übernommen. GREGOR bedauert (: 24), daß RÜHL's Hinweis auf den jüngeren Charakter der Flora der Oberen Pflanzenmergel gegenüber jener von Oehningen „leider bisher völlig negiert" wurde und ignoriert dabei HEER's oben zitierte Gleichstellung der beiden Floren.

Abschließend kann man sagen, daß keine einheitliche Meinung über die Verwandtschaft und Korrelation der Floren von Günzburg, Heggbach, Oehningen und Le Locle besteht.

2. Bisherige Einstufungen

a) Günzburg. – HEER hat (Abschnitt 1b) nur unsere Oberen Pflanzenmergel als „Oeningerbildung", ihr Liegendes aber als älter eingestuft. Nach DEHM (1955: 85, 87; Molassekarte) liegt die Günzburger Gegend in seiner älteren Serie, also im Torton. „JUNG stellt (1968, S. 52) alle Reisensburg-Ablagerungen in die ältere Serie DEHM's, ohne die Horizonte im einzelnen aufzugliedern" (GREGOR: 24). Doch hat JUNG (1980: 163–165) die Graue Molasse bei Günzburg und „Reisensburg ... tiefer Teil" in die Säuger- (= Mammifères Néogènes-)Einheit MN 5, dagegen „Reisensburg, höherer Teil" in MN 6 gestellt. Nach GREGOR (: 24) entspricht die Graue Molasse der älteren Serie DEHM's, ist „also etwa Torton und evt. noch Oberhelvet" bzw. (: 274) ist sie „oberes Helvet (Karpat)". Die ihr zugehörige Nelumbienschicht (s. 4. Profil Nr. 6; 5. Profil Nr. (8)) stellt GREGOR (: 274) in das „Torton (Bad.)" und zwar in die eseri-Pflanzengesellschaft (das ist laut seiner S. 164 MN 6) bzw. (: 164, 194) in die eseri-Fazies. Von der Gelben Molasse gehören nach GREGOR (: 24) die Zapfen- und Pfohsande in die „mittlere Serie DEHM's (Ober-Torton bis Mittel-Sarmat)". Dabei wirft er Fundpunkte aus DEHM's älterer (Günzburg) und mittlerer Serie (Stätzling, Reischenau) zusammen. Die „Dinotheriensande" gehören nach ihm zum „oberen Teil der mittleren Serie DEHM's", sind also „unter- bis mittelsarmatisch" und die „wohl sehr junge(n)" Oberen Pflanzenmergel „ohne *Cinnamomum*-Blätter" „sicher zum obersten Teil der mittleren Serie ... (bzw. in den Übergang mittlere Serie – jüngere Serie DEHM's), also Mittel-Sarmat". Zu den Oberen Pflanzenmergeln vermerkt GREGOR (: 274): „MN 6 (unterlagernd)", „Pflanzengesellschaft (Rang) ... knorrii-brachysepala", „Biozone 3b". Andererseits führt er (: 166) die Oberen Pflanzenmergel nicht beim knorrii-, sondern beim heissigii-Verband an, der (: 164) in „MN (5?), (6–)7" gehäuft ist. Eine Häufung des knorrii-Verbandes vermerkt GREGOR (: 164) in den MN-Einheiten 6–7(8).

b) Heggbach. – Nach HEER (Abschn. 1b) ist die Flora aus PROBST's „Pflanzenschicht" gleich oder ähnlich jener von Oehningen. Als tiefste Schicht des Günzburger Profils bezeichnet er (: 286) ein ca. 30 Fuß (ca. 10 m) mächtiges Lager mit *Lebias* und *Rana* (s. 1. Profil Nr. 7.(8.)–9.(10)), das also seine ältere Flora enthält. „In einer Schicht, welche dieser entspricht, fand Pfarrer Probst bei der Heggbacher Mühle *Anthracotherium magnum* ..." etc. Da PROBST's Knauerschicht aber 2,69 m über seiner Pflanzenschicht liegt, stimmt HEER's Korrelierung von Günzburg-Heggbach nach Pflanzen und Säugern nicht überein. – GREGOR zitiert (: 26) die Meinung von PROBST (1883 statt „1879": 172), daß die Heggbacher Pflanzenmergel „zu den untersten Lagen der OSM gehören." RÜHL's Einschätzung (: 432) der Heggbacher Flora „zwischen Locle und Öningen" legt GREGOR (: 26) so aus, daß sie „nach diesem Autor also ins Torton zu stellen" ist. Entgegen PROBST und dieser Auslegung stuft GREGOR (: 274) die Heggbacher Flora in die „mittlere Serie" DEHM's (1955: 85, 87) ein. Säuger aus der Knauerschicht (s. Kap. 11) gehören nach GREGOR's Wiedergabe (: 25–26) vermutlich zu MN 6. Er vergleicht sie mit jenen der „älteren Serie (oberer Teil) von Sandelzhausen". GREGOR hält also die Heggbacher Pflanzenschicht für Unter- bis Mittelsarmat, die überlagernde Säugerschicht für Obertorton. JUNG stellt (1980: 163–165) die Blattflora von Heggbach in MN 7.

c) Oehningen. – JUNG zählt (1980: 161–163) 15 (evt. 16) Lokalitäten in Süddeutschland auf, deren Floren „die berühmte ‚Oehninger Flora'" repräsentieren. Davon reiht er 3 Fundstellen in MN 7(6), 8 in MN 7 und 4 (evt. 5) in MN (8)7 ein, in MN (8)/7 auch die Oehninger Flora von der Schrotzburg. MAYR (1980: 166–167) führt dazu als Referenzlokalität für MN 7 nach Kleinsäugern Steinheim am Albuch an (7,5 km WNW Heidenheim/Brenz, Baden-Wrtt.) und ordnet ihr einige äquivalente ‚Oehninger' Blattfloren zu. Nach GREGOR (: 34) ist Oehningen „nicht eindeutig einer bestimmten Serie zugeordnet (wohl aber äquivalent der mittleren Serie DEHM's)." Er zitiert Aussagen einiger Autoren, die es gestatten, „die Ablagerungen von Oehningen ins Sarmat oder an die Grenze Torton-Sarmat zu stellen [so GREGOR's Einstufung: 274] ... bzw. sogar ins Obertorton."

„Oehningen (Blattschicht)" ist eine der beiden Typlokalitäten für GREGOR's Bio-(Floren-)Zone OSM 3b (: 166)[12]). Nach seiner Erklärung (: 15) ist „Oehninger Stufe" eine „Altersbezeichnung fossilreicher Schichten der Oehninger Gegend und im Hinblick auf die typische Fauna und Flora eine spezielle Zeitmarke in den Ablagerungen der OSM (vgl. BUZEK 1971, S. 29)." Doch lehnt er (: 193–194) „Oehninger Schichten" als regional-stratigraphischen Begriff ab. Es sei ein „altgebräuchlicher Ausdruck für den knorrii-Verband (brachysepala-Assoziation), aber ohne weitere ökologisch-stratigraphische Bedeutung." Diese Assoziation ist weit gefaßt, da sie sich auf MN 6 und MN 7 erstreckt (s. GREGOR: 164, 274; unsere Tab. 2).

d) Über die Einstufung von Le Locle siehe Abschnitt 3, b.

3. Stratigraphische Stellung von Oehnigen und Le Locle

a) Oehningen

Orts- und Höhenlage der klassischen Oehninger Steinbrüche: Die beiden ehemaligen Stbr. liegen 3,1 km ENE der Ortsmitte von Oehningen und 5,2 km ENE Stein a. Rh. Den völlig überrutschten unteren Bruch ortet RUTTE (1956: 186) im Tobel gleich S Ziegelhof. Die topographische Karte 1 : 25 000 Nr. 8319 Öhningen zeigt 100 m S Ziegelhof einen kleinen Rain am

---

[12]) „Die Zonen OSM-1-4 deuten die Zugehörigkeit zur Oberen Süßwassermolasse (incl. Brackwassermolasse) an" (GREGOR: 165). Andererseits bezeichnet er (: 169) OSM-1 und OSM-2 als „Brackwasser-Molasse", wobei OSM-1 auch die „Grimmelfinger Schichten und Äquivalente" einschließt (: 170). – Die Grimmelfinger und brackischen Kirchberger Schichten [Oberhelvet] als Obere Süßwassermolasse [Torton etc.] zu bezeichnen, ist verwirrend. Die Fundstelle Langenau 1 (s. HEIZMANN 1980; GREGOR: 31) ist die Typlokalität für GREGOR's OSM-l (: 166). Sie gehört nicht „höchstwahrscheinlich zu den Grimmelfinger Graupensanden" (GREGOR: 33, 274), sondern ausweislich der mitgeführten brackischen Mollusken (s. HEIZMANN: 4) zu den Kirchberger Schichten. Daß diese die „Brackische Schichtfolge über der Oberen Meeresmolasse" sind, wie GREGOR (: 14 Nr. 17) schreibt, gilt nur für die Erweiterte Graupensandrinne im SW. In der Eigentlichen Graupensandrinne, also auch im Ulm-Günzburger Gebiet, überlagern Kirchberger Schichten die fluviatilen Grimmelfinger Schichten (so auch GREGOR: 13 Nr. 11), unter denen die OMM völlig ausgeräumt ist (s. MOOS 1925; KIDERLEN 1931; HAUS 1951, die auch GREGOR zitiert). – GREGOR's Angabe (: 11): „Für das ‚Kirchberger Becken' ist der Übergang Brackwasser-Süßwasser-Molasse beim Auftauchen von *Hydrobia semiconvexa* SANDB. gegeben (vgl. KRANTZ 1904, aber auch SCHLICKUM 1971)", entspricht nicht deren Aussagen. Denn KRANZ stellt (: 555, 557, 561) seine Hydrobien-Schichten noch zu den „brackischen Kirchberger Schichten" und SCHLICKUM grenzt (1974: 524) die Kirchberger Schichten über den Bithynien-Schichten ab. *Hydrobia semiconvexa* geht im KRANZ'schen Illerprofil von den Congerien-Schichten (: 530 Nr. 18) bis in die Bithynien-Schichten (: 489 Nr. 6). SCHLICKUM erwähnt die Art (1966: 323) nur aus dem „Congerienhorizont" vom Jungholz bei Leipheim und ersetzt sie sonst durch *Nematurella*. In seiner von GREGOR ohne Seitennennung zitierten Veröffentlichung von 1971 spricht nichts für GREGOR's Angabe. – GREGOR übernimmt (: 29) die Nomenklatur der Kirchberger Mollusken und Fische von KRANZ (1904) und läßt die Revisionen von SCHLICKUM (1963) bzw. WEILER (1955) außer Betracht.

östlichen Tobelrand auf 530 m ü. NN. Nach Seemann (1929: 73) reichen die „dünnplattigen Öhninger Kalke … von 525 bis 535 m". Seine davon abweichenden Angaben (in Abb. 3) von 500–530 m für den unteren und 580–600 m für den oberen Bruch vereinbaren sich nicht mit den Aufschlußhöhen von rund 10 m (s. unten). Außerdem liegt die Oberkante des oberen Bruches laut Karte bei P 585,8. Dieser 100 m lange Bruch liegt 175 m N des Steinbruchhofes (= Obersalen), 750 m N des unteren Bruchs und auf rund 575–585 m Höhe. Oehninger Kalke finden sich nach der Profilen von Stauber (1937: 335 Abb. 16, 322 Abb. 2), Rutte (: Beil. 2 u. 3) und Schreiner (1970: Abb. 21) maßstabsgemäß zwischen 500 und 600 m, doch sind die Höhenlagen der Steinbrüche daraus nicht genau zu ermitteln. Hantke nennt (1980b: 369) als Höhen der Fundstätten um 530, 560 und 590 m. Die Höhen der Oehninger Mergel in der Bohlinger Schlucht (an der Schrotzburg, N-Seite des Schiener Berges), woraus er Pflanzen bearbeitet hat, gibt er (1954: 104) mit 535 und 585 m an. Weiteres siehe Schreiner (1970: 206f).

Die Schichtfolgen der Oehninger Brüche haben nach Seemann (: 76) ca. 60 m, nach Stauber (1937: 330, 335) ca. 40 und nach Hofmann (1960a: 472) ca. 50 m Höhenabstand. Laut Seemann und Rutte (1956: 190, 250–252, 265) sind sie trotz mancher Anklänge (Rutte: 190) in verschiedenen Horizonten entstanden. Dagegen erklärt Stauber (1937: 330, 336) die beiden Schichtfolgen für gleichalt. Der untere Bruch wurde bloß tektonisch abgesenkt, was Hofmann (1960a: 472) entgegen den Argumenten von Rutte bestätigt. – Rutte stellt (: 204) ältere Profile des oberen Bruches und seine eigene Aufnahme (Beil. 4) zusammen. Daraus ergeben sich 9–10 m Aufschlußhöhe und 7–8 m Mächtigkeit für die klassischen fossilführenden Schichten unter pleistozäner Überdeckung. Ein Profil des unteren Bruches (Rutte: 184–187) war nur lükkenhaft zu erstellen. Daß hier bei entsprechenden Schichten ähnliche Daten zu erwarten sind, bestätigt Seemann's Mächtigkeitsangabe von 10 m (525–535 m).

Einstufung von Oehningen

α) Profilmäßig liegen die Oehninger Kalke nach dem Maßstab von Schreiner's Abb. 21 (1970) 240–260 m über dem als fraglich gezeichneten, abgestaffelten Verlauf der Kirchberger Schichten. Aus seiner Beil. 4 ergeben sich je 380 m über deren extrapoliertem Verlauf. Die Oehninger Fundstätten liegen über der ehemaligen Erweiterten Graupensandrinne, worauf die Skizzen von Haus (1951: 49 Abb. 8) und Schreiner (1970: 72 Abb. 11; opp. Schichtlagerungskarte) sowie die Molassekarte und Erb's Karte (1967) schließen lassen. Das wird bewiesen durch die Lagerung von Kirchberger Schichten über (Rest-) OMM (s. Schreiner's Gliederung 1970: 203). In der Erweiterten Graupensandrinne folgt die OMM unter 1–15 m, im Mittel unter 8 m mächtigen Kirchberger Schichten. Rutte leitet (1956: 172) eine Höhenlage der OMM ungefähr 100 m unter dem Spiegel des Untersees (395 m), also auf rund 300 m ü. NN. ab, was etwa 280 m OSM bis zum oberen Steinbruch ergibt. Nach Schreiner (1976: 20) folgen die „Öhninger Schichten" „290 m über der Basis der OSM". In Hofmann's Säulenprofil vom Untersee (1976: 10 Abb. 8) liegen zwischen der Sohle der „Oehningerstufe" und der OMM ca. 500 m OSM (Glimmersande und damit verzahnte Mergel). Wenn man unter den Oehninger Schichten (575–585 m) 300 m und darüber 30 m Torton (von 585 bis ca. 615 oder 620 m; s. unten) annimmt, dann liegt die Flora auf etwa 10/11 der Torton-Mächtigkeit.

β) Aufgrund der sedimentpetrographischen A-Grenze in der südbayerischen Vorlandmolasse leitet Schreiner (1970: 204, 74) ab, daß „Die in 620 m Höhe liegende Grobsandstufe … ungefähr der Grenze Torton/Sarmat" entspricht. Hofmann hatte die A-Grenze bei Oehningen maßstabsgemäß ca. 30 m über den „Oehninger Schichten s. str." ermittelt (1960a: 463 Abb. 2, 471; 1956: 26; 1960b: 11–13, 15). Nach Füchtbauer (1954b: 342 Abb. 1; Molassekarte) streicht die A-Grenze bei Immenstaad am Bodensee aus.

Beziehungen zwischen der Dehm'schen Torton/Sarmat- und der A-Grenze: Lemcke & a. (1953: 52, 72–73, 76) und Füchtbauer (1954b: 337, 346) betrachten die A-Grenze

(: 67 Abb. 13 bzw. 342 Abb. 1) mit ± 10 m Schwankung als Zeitmarke und nehmen sie in der Gegend der DEHM'schen Torton/Sarmat-Grenze an. Auf der Molassekarte verläuft die A-Grenze aber südlicher, also profilhöher als diese untere DEHM'sche Grenze. Letztere ist allerdings bei Sandelzhausen (55 km NNE München) und Heggbach (125 km W München) nach S zu verschieben. Wie auf der Molassekarte liegt auch bei BÜCHI (1959: Tab. 1) die A-Grenze höher als die untere DEHM'sche Grenze. – ABELE & a. gliedern (1955: 50f.) die OSM ,,Auf Grund der petrographischen Ausbildung und der Fossilführung ... in eine untere, mittlere und obere Serie". Bezüglich der Faunen verweisen sie auf Fundpunkte in den drei DEHM'schen Serien. Die Grenze untere/mittlere Serie liegt bei ihnen im oberen Torton, bei DEHM (1955: 87) zwischen Torton und Sarmat. Ihre ,,mittlere Serie" umfaßt oberes Torton z. T. und unteres Sarmat, jene DEHM's unteres und mittleres Sarmat. Die ,,obere Serie", oberes Sarmat und unteres Pont (unterstes Pliozän) stimmt bei ABELE & a. und DEHM annähernd überein. ABELE & a. haben die Grenze mittlere/obere Serie durch Geländeaufnahmen festgelegt und hierfür ,,die Oberkante der gröbsten Schüttung ... gewählt". Ihre Grenze ,,entspricht im wesentlichen der ... ‚A-Grenze'" LEMCKE's & a. Vulkanische Einlagerungen konstatieren sie (: 52) ,,an der Oberkante der mittleren Serie" und damit im Sarmat. Laut BESCHOREN (1955: 60–61) liegen die Tuffe und Bentonite, auch bei Mainburg, ,,an der Basis der Hangendserie" und damit in seinem Obersarmat. GREGOR (in FAHLBUSCH & GALL 1970: 372–374) legt die Fundstelle Sandelzhausen in die Sandmergeldecke. Sie befindet sich zwischen dem Nördlichen Vollschotter (,,wohl ... Mittlere Serie" DEHM's) und der Hangendserie (,,Jüngere Serie"). Im Hangenden der Sandmergeldecke tritt Bentonit auf. – GALL widerspricht (1972: 21–22) GREGOR's Einstufung, die mit jener ABELE's & a. sowie BESCHOREN's im wesentlichen übereinstimmt, u. a. mit dem Hinweis auf das obertortonische Alter des Riesereignisses und der Bentonite nach absoluter Zeit. HEROLD hatte schon (1970: 6–7, 119) aus dem absoluten Alter von Bentoniten und aus einer tortonischen, früher ,,sarmatischen" Molluskenfaune bei Maßendorf/Ndb. abgeleitet, daß ,,Die mittlere DEHM'sche Serie ... größtenteils ins Torton zu stellen" ist. Demnach würde die untere DEHM'sche Grenze also ein älteres von einem jüngeren Torton trennen und die A-Grenze der Torton/Sarmat-Grenze näher stehen.

γ) Zum absoluten Alter von Bentoniten bei Oehningen und in Südbayern: Nach HOFMANN (1976: 10 Abb. 8) liegt das ‚BB Basisbentonitniveau Bischofszell' maßstabsgemäß ca. 25 m über der ,,Oehningerstufe" und zwar in der ,,Konglomeratstufe", die SCHREINER (1970: 74) ,,Grobsandstufe" nennt. ,,Das Basisbetonitniveau im Hegau (Heilsberg, Riedheim) ist als gleichaltrig mit jenem von Bischofszell zu betrachten" (freundl. briefl. Mitt. von Herrn Dr. HOFMANN)[13]). Sein absolutes Alter beträgt laut LIPPOLT & a. (1963: 529; s. SCHREINER 1970: 96–98) 14,6 ± 0,7 Mio. Jahren. Eine Zeit von 13,9 bis 15,3 Mio. Jahren reicht nach STEININGER & RÖGL (1979: 1165) und PAPP (1981: Tab.) vom höheren bis zum mittleren Baden; (das Baden beginnt mit 16,5 bzw. -16 Mio. Jahren). Die den Basisbentonit unterlagernden Oehninger Schichten liegen also im herkömmlichen Torton und zwar (Abschnitte α, ε) in dessen höherem Teil.

Den Zeitvergleich mit Südbayern ermöglichen die absoluten Datierungen von STORZER & GENTNER (1970: 97). Sie beziffern das Alter des Riesereignisses auf 14,6 ± 0,6 Mio. Jahre, die Entstehung der Moldavite auf 14,7 ± 0,6 Mio. Jahre und jene der südbayerischen Bentonitgläser auf 14,5 ± 0,8 Mio. Jahre. Für die Bentonite um Mainburg geben sie 14,6 ± 0,8 Mio. Jahre an, was dem Alter des ‚BB Basisbentonitniveaus Bischofszell' von Oehningen (14,6 ± 0,7) fast gleicht. Von den Betoniten um Mainburg liegt jener von Großgundertshausen nur etwa 4 km SE der Kiesgrube Sandelzhausen und mit 485 m ü. NN. rund 40 m über deren Basis (443,5 m)

---

[13]) Herrn Dr. F. HOFMANN bin ich für wiederholte Auskünfte und einhergehende Literatursendungen über die Geologie des Hegaus und der Nordostschweiz zu besonderem Dank verpflichtet.

(Fahlbusch & a. 1974: 127). Über diesen 40 m folgt ein x m mächtiges Schichtpaket bis zur A-Grenze als der postulierten Torton/Sarmat-Grenze. Nach Scheuenpflug (1980: 140) liegt die A-Grenze an fünf Orten um Augsburg etwa 35–40, minimal 5–8 m (im Mittel 20 m) über den Bentoniten. Die Sandelzhausener Landschnecken weisen auf etwa mittleres Torton hin (Gall 1972: 3, 19–21). Da Säuger der älteren Serie wie *Heteroprox larteti* dort vorkommen, *Dinotherium* aber fehlt, ist die Lagerstätte wahrscheinlich der älteren Serie Dehm's, ,,am wahrscheinlichsten dem tieferen Badenien zuzuordnen" (Schmidt-Kittler 1972: 83, 93). Nach Fahlbusch & a. (1974: 127) ,,kann (nur) das Mindestalter der Sandelzhausener Fauna mit etwa 15 Millionen Jahren angegeben werden." Das entspricht nach den besagten Zeitskalen etwa dem mittleren Baden bzw. dem mittleren Torton. Die Faunen von Oehningen und Sandelzhausen fallen zwar in die Säugereinheit MN 6 (s. Abschnitt δ; Fahlbusch 1979: 342–343; Mayr 1980: 167–168), wobei Mayr (1979: 342–343) Sandelzhausen für älter als die MN 6-Fauna von Sansan hält. Doch dürfte Oehningen wegen seiner Lage wenig unter der Torton/Sarmat-Grenze jünger als Sandelzhausen und wahrscheinlich höheres Torton sein.

δ) Bürgisser berichtet (1981: 158) über Kleinsäuger der MN-Einheit 6 von Zürich-Schwamendingen, die nach Maßstab ca. 150 m über dem ‚Appenzellergranit-Niveau' liegen. Hofmann zeichnet (1976: 10 Abb. 8) eine Spur des ‚Appenzellergranits' in seinem Säulenprofil vom Untersee, die etwa 138 m unter der ca. 40 m mächtigen ,,Oehningerstufe" liegt. Das Äquivalent von Schwamendingen fällt also in die ,,Oehningerstufe" und in das Torton. Dazu paßt das Fehlen von *Dinotherium bavaricum.*

ε) In älteren Aussagen über tortonische Mollusken von Oehningen fehlt laut Seemann (: 75) ,,die genauere Angabe des Fundpunktes und Horizontes" und zudem sind die Stücke teils schlecht erhalten. Rutte's Liste (: 164) enthält meist Arten des Tortons, die außerhalb der Oehninger Kalke gefunden wurden. Seemann's (: 75–76) Fundpunkt einer gut bestimmbaren Landschnecke des Sarmats, *Cepaea sylvestrina geniculata* (Sandbg.) ,,am Hohen Olber bei 615 m" (625 m NE des Steinbruchhofs) liegt höhenmäßig jedenfalls nicht ,,in demselben Horizont wie der obere Steinbruch". Außerdem verläuft die Torton/Sarmat-Grenze nach Schreiner in diesem Bereich, um 620 m.

b) Le Locle

Über die Erforschungsgeschichte berichtet zuletzt Kübler (1962: 7f.). Die Flora des Süßwasserkalkes, auf die sich Probst und Rühl beziehen, gehört nach Heer (1859: 210, Taf. 156 Fig. 8) ,,dem gleichen geologischen Horizont wie Oeningen" an. Favre (1911: 416–417) sieht die größte Analogie dadurch bezeugt, daß die Floren von Le Locle (mit nach Heer 140 Arten) und Oehningen 83 Arten, darunter *Podogonium Knorrii* gemeinsam haben. Die tertiäre Schichtfolge über Jura/Kreide umfaßt helvetische Meeresmolasse, darüber 10–15 m mächtige brackische [?] oder limnische Helicidenmergel (,,Marne rouge") des Oberhelvets und oben die Süßwassersedimente des ,,Oeningien" bzw. ,,Oehningien" (s. Favre 1911: 403–404, 416f.; Baumberger 1934: 64–65; Favre & a. 1937; Kübler 1962). Favre hat (1937: 18f.) Mollusken-Bestimmungen von Sandberger, Maillard und Locard sowie Wenz (Foss. Catal.) revidiert. Er gliedert (1937: 19–21, 38; opp. 1934: 357–358) die Süßwassersedimente unter Berücksichtigung der Säuger Stehlin's (1937: 9f.) profilaufwärts in die Komplexe Ia (20 m; ungefähre Mächtigkeiten nach Jaccard) und Ib (40 + 12 m) des Tortons und in II (20 m) des Sarmats. Stehlin betrachtet (1937: 12, 15, 9 Abb. 3) die stratigraphisch hochgelegenen Säugerfundpunkte von Le Locle und La Chaux-de-Fonds als präpontisches Vindobonien supérieur, das man wie La Grive – St. Alban mit Favre (1937) als Sarmatien bezeichnen könnte. Depéret hatte laut Favre (1911: 416) die Säugerfaunen u. a. mit jenen von Oehningen und Steinheim am Albuch (MN 7 nach Fahlbusch 1976: 164) verglichen. Die 12 m mächtige florenliefernde Schicht in Favre's Ib

(,,couches à feuilles") liegt im oberen Sechstel der Torton-Mächtigkeit, in KÜBLER's ,,Oehningien supérieur" (1962: 28) und damit wahrscheinlich, ebenso wie Oehningen, in MN 6[14]).

4. Diskussion

a) Floren

Nachdem GREGOR (: 274) die Floren von Heggbach, Oehningen und der Günzburger Oberen Pflanzenmergel in die knorrii-brachysepala-Assoziation stellt, ist die stratigraphische Aufeinanderfolge dieser Vorkommen, wie er sie mit RÜHL annimmt, paläobotanisch nicht belegt. Auch können hier aus der An- oder Abwesenheit von *Cinnamomum* keine Schlüsse auf Alter und Klima gezogen werden. Denn *Cinnamomum* ist in den Unteren Mergel- und Sandschichten wie in Heggbach verbreitet, fehlt in den Oberen Pflanzenmergeln und tritt in den stratigraphisch höheren Schichten des Hochgeländs wieder dominierend auf. In Le Locle ist die Art selten (GREGOR: 22 nach HEER), in Oehningen vorhanden (GREGOR: 34).

Zu JUNG's ,,*Cinnamomum-Podogonium*-Flora" (1968: 52, 54), die die Gesamtheit der Günzburger Pflanzen betrifft, meint GREGOR (: 193): Sie ,,gehört eigentlich nicht in die ältere Serie DEHM's, sondern in die mittlere (oberer Teil der älteren!)". Diese in sich schon widersprüchliche Aussage steht im Gegensatz zu GREGOR's Einstufung der Günzburger Floren vom ,,oberen Helvet" bis zum ,,Übergang mittlere-jüngere Serie".

Die von GÜMBEL angenommene Florenähnlichkeit zwischen den Oberen Pflanzenmergeln (1. Profil Nr. 3) und seinem ,,Hauptpflanzenlager" in den Unteren Mergel- und Sandschichten (4. Profil Nr. 4) vereinbart sich nicht mit HEER's Florenbeurteilung, zumal HEER und RÜHL bezeichnende Arten aus WETZLER's ,,oberen Mergeln" in seinen ,,untern grauen Sandstein" versetzt haben. Allerdings tritt *Castanopsis (,,Quercus") furcinervis*, nach JUNG (1968: 51) ,,geradezu die Charakterpflanze der oligozänen Molasse-Flora in Südbayern (DOTZLER ...)", sowohl in der Grauen Molasse wie in den Oberen Pflanzenmergeln auf (s. RÜHL: 413, 437). Nach freundl. Auskunft von Herrn Prof. Dr. JUNG fehlt die Art in Oehningen und an der Schrotzburg, was man als Altersverschiedenheit gegenüber Günzburg deuten kann, sofern HEER's Bestimmung von ,,*furcinervis*" zutrifft. Während HEER die Flora der Oberen Pflanzenmergel jener von Oehningen gleichstellt, halten RÜHL und GREGOR sie für jünger, JUNG sie für älter (,,MN 6") als Oehningen (,,MN (8)/7").

Die ,,Oehninger Floren" sind stratigraphisch nicht eng begrenzt und daher für genaue Korrelierungen und Einstufungen nicht geeignet. Das zeigen JUNG's Repräsentanten der ,,berühmten ‚Oehninger Flora'" durch ihre Verteilung auf MN 7/(6), MN 7 und MN (8)/7, also auf etwa höheres Torton und auf Sarmat. Die vertikale Erstreckung auf ± MN 7 (Steinheim etc.) wird erweitert durch die Einstufung der Oehninger Fundstätten in höheres Torton der Einheit MN 6, wohin wohl auch die Flora von Le Locle gehört; weiterhin durch die Einstufung von HEER's ,,Oehninger Flora" der Oberen Pflanzenmergel von Günzburg in MN 6 durch JUNG und schließlich durch die wahrscheinliche Zugehörigkeit der ,,Oehninger Flora" HEER's von Heggbach zum höheren MN 5. Übrigens zitiert SANDBERGER (1874: 567) aus HEER (: 234), ,,dass durch die fortgesetzten Untersuchungen sich die Unterschiede zwischen der Oeninger und unserer Mollasseflora mehr und mehr verwischt haben".

---

[14]) *Hydrobia sulculata* (SANDBERGER 1874: 567, 576), die in Le Locle nur in Komplex II vorkommt (FAVRE 1937: 36), setzt ein schwach salziges Milieu voraus. HANTKE erwähnt (1980b: 370) von Le Locle nach GREGOR *Ruppia*, die ,,gerne leicht brackische Uferbereiche bevorzugt". GREGOR nennt (: 164) eine Ruppia-Fazies im heissigii-Verband, MN 7 (6–8). – Ein Bentonit 1 m bzw. 3,10 m über dem Dach der ,,Marne rouge" (FAVRE 1911: 420 Abb. 17 bzw. 1937: 6 Abb. 2) entspricht tonmineralogisch demjenigen von Bischofszell (HOFMANN 1958). Dagegen liegt das ‚BB Bentonitniveau Bischofszell' bei Oehningen über der ‚Oehningerstufe'.

b) Einstufung von Günzburg.

Da eine Einstufung der Schichten der Günzburger Gegend in MN-Einheiten bisher nicht vorliegt und die Floren unterschiedlich zugeteilt werden, kann eine Stratifizierung vorerst nur durch Profil- und Mächtigkeitsvergleiche versucht werden. Unsicherheiten bringt freilich die synsedimentäre Absenkung mit sich, die bei Günzburg und vielleicht noch stärker gegen die Beckenmitte zu stattgefunden hat. Die Dimensionen scheinen aber doch stratigraphische Hinweise zu liefern. Die 9,5–16 m mächtigen Unteren Mergel- und Sandschichten, die zuunterst noch brackische Einschläge aufweisen, liegen über den durchschnittlich 20–25 m mächtigen Kirchberger Schichten. Diese sind bei Langenau 1 als MN 4b ausgewiesen. Die Unteren Mergel- und Sandschichten können zufolge ihrer tiefen Lage und geringen Mächtigkeit sowie des erstmaligen Auftretens von *Cepaea silvana* (1. Profil Nr. (6)7) als tiefes Torton, tiefes MN 5 wie Langenmoosen betrachtet werden (s.: 173, 180). Die überlagernden höheren Günzburger Schichten gehören einem gekappten OSM-Profil an, wie ihre Lage weit nördlich der Dehm'schen Torton/Sarmat- und noch weiter nördlich der A-Grenze bezeugt. Eine in Richtung auf die Donau zunehmende Abtragung der OSM haben schon Lemcke & a. (1923: 76–77) unter Bezug auf die A-Grenze ermittelt. Die Mächtigkeit der höheren Günzburger Schichten beträgt 29 oder höchstens 37 m (3. bzw. 1. Profil), jene des gesamten Tortons über den Hydrobien-Schichten höchstens 40–50 m (1., 3.–5. Profil). Bei Langenmoosen beziffern Abele & a. (1955: 50) ihre untere, tortonische Serie auf 100–120 m. In der Bohrung Freising CF 1002 nahe Sandelzhausen ist die Süßbrackwassermolasse (SBM) über ,,Oncophora"- (nach Schlickum Kirchberger) Schichten 33,9 m mächtig (Erl. Molassekarte: 92). Sie kann etwa den Unteren Mergel- und Sandschichten gleichgestellt werden[15]). Darüber folgen ab 393,4 m ü. NN. Torton (,,OSM"), das über den Ansatzpunkt der Bohrung hinauf bis zur Fundstelle Sandelzhausen (443,5 m ü. NN.) 50,1 m mächtig ist. Es liegen hier also 84 m verbliebenes Torton vor, wozu in der Nachbarschaft bis zum nächsten Bentonit (höheres Torton) weitere 41,5 m und darüber hinaus ein Schichtpaket bis zur Torton/Sarmat-Grenze kommen. Nachdem die Torton-Mächtigkeit bei Günzburg nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ jener des tiefen Tortons bei Langenmoosen und weniger als $^1/_3$ des Tortons bei Sandelzhausen beträgt, dürfte das Hangende der Unteren Mergel- und Sandschichten von Günzburg nicht höher als höheres MN 5 bis tieferes MN 6 einzustufen sein.

Zu Gregor's Einstufung: Während Dehm die gesamte OSM von Günzburg in seine ältere Serie, Torton gestellt und (1951: 146; 1955: 85) die hierfür bezeichnende Art *Heteroprox larteti* von Reisensburg genannt hatte, stuft Gregor Teile des Günzburger Profils in die mittlere Serie ein. Diese ist bei Dehm ,,unter- und mittelsarmatisch", bei Gregor aber teils Ober-Torton bis Mittel-Sarmat. Da er Fundpunkte aus Dehm's älterer und mittlerer Serie in seiner ,,mittleren Serie" vereinigt und diese ohne paläontologische Belege detailliert einstuft, ist seine Stratigraphie nicht haltbar.

---

[15]) Von dieser SBM lagen molluskenführende Bohrkerne von 135,6 bis 145,6 m Teufe vor. Bei deren Bearbeitung fand ich im Kern 143,7–144,7 m ein Bruchstück von *Rzehakia (,,Oncophora") partschi* (umgelagert?), eine *Hydrobia semiconvexa*, einen *Ancylus* und zahlreiche *Bithynia glabra*. Hierfür ist Sedimentation in oder unter Meereshöhe wie bei den Hydrobien-Schichten um Günzburg anzunehmen. – Die profilhöchsten Hydrobien, also nachweislich brackische Einschläge, fanden sich in m ü. NN.: Freising CF 1001 = 270,6–271,1; CF 1002 = 273,3–274,3; CF 1003 = 269,5–269,6; CF 1004 = 252,0–252,4 (Bruchstücke). Da die Hydrobienbank bei Günzburg auf etwa 436,7 m liegt, wurden die brackischen Sedimente im Freisinger Gebiet gegenüber dem Beckenrand rund 160 (180) m weniger hoch über den ehemaligen Meeresspiegel herausgehoben und die OSM allgemein weniger abgetragen, später aber wieder der synsedimentären Absenkung unterworfen. Die große Heraushebung und Abtragung im süddeutschen Molassebecken erfolgte im Pliozän.

c) Korrelierung von Heggbach

Für die Einstufung in wahrscheinliches höheres MN 5 spricht FAHLBUSCH's Befund über *Megacricetodon germanicus* (: 173). Dadurch sind aber unterschiedliche Korrelierungen des tieferen und höheren Profilteils von Günzburg mit der Pflanzen- und Säugerschicht von Heggbach, die z. T. in sich widersprüchlich sind, noch nicht zu beheben. – Beim Absatz der vorwiegend limnischen Sedimente von Heggbach muß die Albsteinschwelle bereits untergetaucht sein. Die Lage der Sedimente über der Albsteinfläche und ihre Mächtigkeit von nur 10 m lassen sie, auch im Vergleich mit den in b) genannten Torton-Stärken, als tiefes Torton erscheinen. Die Proportionen zeigt auch Tafel 2, Profil 23 der Molassekarte. Für PROBST's Gleichstellung der Zapfensande von Heggbach und Günzburg würde sprechen, daß beide als erste größere Sandschüttungen über tiefen limnischen Sedimenten erscheinen. Nun sind aber im süddeutschen Molassebecken Zapfensande (opp. RÜHL's Meinung) nicht gleichaltrig. Heggbach könnte also von der großen E-W-Sandschüttung des frühen Tortons (Kap. 6) später als Günzburg erreicht oder auch von einer jüngeren Übersandung betroffen worden sein. Dafür spricht HEER's Aussage, daß die Flora unter den Günzburger Zapfensanden älter als jene darüber und die von Heggbach ist. Eine MN-Bestimmung der Günzburger Zapfensande s. l. ließe Hinweise auf das Alter der dortigen Floren und auf die Beziehungen zu Heggbach erhoffen.

PROBST's Korrelierung von Heggbach und Le Locle trifft vielleicht floristisch, aber nicht stratigraphisch zu, da die pflanzenführende Schicht in Le Locle gleich unter dem Sarmat liegt.

10. Wirbeltiere bei Günzburg

WETZLER (1857: 37–38) zählt aus der Umgebung von Günzburg an Taxa 20 Säuger, 5 Reptilien, 1 Frosch, 2 Fische und 1 Vogel auf. Schicht- und Fundpunktangaben fehlen, doch hat RÜHL sie geliefert. Die Bestimmungen erfolgten durch H. v. MEYER.

Untere Mergel- und Sandschichten: GÜMBEL erwähnt von Reisensburg (1887: 291; 1. Profil Nr. (8) 7 Säugerarten, dazu Krokodil- und Schildkrötenreste. Sie sind auch in seiner Liste von 1889 (: 39; 1. Profil Nr. 7) enthalten, wo weitere Säuger, *Andrias* sp., Vogelreste und Fischwirbel hinzukommen. Von den 16 Säugertaxa dieser Liste von Reisensburg sind 14 artlich bestimmt. Davon sind 11 auch bei WETZLER, 11 (teils als Synonyme) in RÜHL's Grauer Molasse (: 405 f.; 5. Profil) und 13 (außer *Chalicomys Eseri* also alle) in RÜHL's Zapfen- und Phohsanden von Reisensburg (: 424 f.; 5. Profil) vertreten. – RÜHL erfaßt in seinen Fossillisten die Bestände seiner und der WETZLER'schen Sammlung. Er hat (: 405) beobachtet, daß ,,Alle Knochenteile der grauen Günzburgermolasse ... tief schokoladebraun, oft ganz schwarz" wie jene aus den Kirchberger Schichten sind. Alle Knochenteile wie Geweihreste der ,,oberen Zapfensande" ,,mit Ausnahme der Zähne aus den Zapfensanden" sind immer heller oder tiefer zimtbraun, ein Hinweis, der bei Neuaufsammlungen nützlich sein könnte. RÜHL's Wirbeltiere der Grauen Molasse (: 405–407) umfassen an Taxa 11 Säuger, 5 Reptilien (darunter See-, Fluß- und Sumpfschildkröte), 1 Frosch und 3 Fische. Mit Ausnahme von *Rana danubina* kommen alle auch in seinen Zapfensanden von Reisensburg (5. Profil Nr. 4) vor[16]). – KRANZ führt aus seinen *Bythinia*-Schichten (: 535; unser 7. Profil Nrn. 10.–5.) 7 ausgewählte Säuger- und 2 Reptil-Arten an, die RÜHL schon aus der Grauen Molasse, teils unter Angabe von Synonymien

[16]) Der Frosch *Rana danubina* H. v. MEYER (N. Jb. Miner. etc. 1858: 203; Palaeontographica 7, 1860: 142–144) heißt bei HEER (1859: 286) *R. danubiana;* bei GÜMBEL (1887: 291; 1889: 39 bzw. 1894: 379) *R. danuvica* bzw. *diluviana;* bei ZITTEL (Handbuch Paläozool., III, 1887–1890: 428) *R. danubiensis* und bei RÜHL (1896: 407) *R. danubica.*

(: 405–406, 427) nennt. 13 primär limnische Mollusken, die schwach brackische *Hydrobia semiconvexa* („namentlich unten") und *Cepae silvana* („namentlich oben") sprechen für Einschwemmungen dieser Landschnecke und der Säugetiere in ruhiges bis mäßig bewegtes Wasser um Meereshöhe.

Zapfensande s. l.: RÜHL weist (: 424–429) aus der Knochenbreccie, den Zapfen- und Phohsanden 20 Säuger- und 5 Reptilarten, *Andrias* sp. und Vogelreste nach. Weitere 8 Säugerarten seiner Liste stammen aus Stätzling (7,5 km ENE Augsburg) und der Reischenau (mit u. a. Breitenbronn, 23 km WSW Augsburg), die in DEHM's mittlerer Serie liegen (s. Molassekarte). *Mastodon angustidens* „var. *suevicus* ROGER", das RÜHL (: 415, 424) zufolge „die Form der späteren gelben Molasse" sein und vorzüglich in den Zapfen- und Phohsanden vorkommen soll, hat ROGER (1898: 14) samt *M. a. vaceki* eingezogen und als *M. angustidens* erklärt. Das nahe der Reisensburg gefundene *Mastodon*-Skelett und Begleiter (WELLNHOFER 1969) stammen nach der Aufschlußbeschreibung aus den tieferen Zapfensanden s. l., evtl. aus feinerkörnigen Äquivalenten der Knochenbreccie (teils Violettfärbung!). – KRANZ nennt (: 534; 7. Profil) aus der Knochenbreccie, diesem „Conglomerat" in seinen *Sylvana*-Schichten 5 Säugerarten RÜHL's „nebst unzähligen Land- und Süßwasserschnecken mit Pflanzenresten". Der N Schloß Reisensburg 0,25 m mächtige „Thon voll zahllosen Schalenresten" führt u. a. *Cepaea silvana*, die auch in einem 0,12 m mächtigen „Thon" E der Grieshalde zwischen Leipheim und Günzburg vorkommt. „An beiden Stellen [sind] Bodenart und Erhaltungszustand der Fossilien fast genau wie in der ‚obersten Sylvana-Schicht' von Kirchberg." – Aus den „Dinotheriensanden" der Günzburger Gegend erwähnt RÜHL *Mastodon* nicht. Vermutlich soll *M. angustidens* daraus von Egg a. d. Günz (19 km S Günzburg) und sicher daraus von Reichertshofen (12 km fast S Ingolstadt) stammen (: 433). Beide Fundpunkte liegen in der älteren Serie DEHM's. Von *Dinotherium bavaricum* lokalisiert RÜHL, abweichend von seinem sonstigen Verfahren, keinen Fund in der „gelben Günzburgermolasse". Er spricht (: 420–421, 432) nur allgemein vom Vorkommen im „bayerisch-schwäbischen Dinotheriensand". Die von ihm genannten Fundorte Breitenbronn, Friedberg und Dasing (um Augsburg) liegen in der mittleren Serie DEHM's. Zum Studium von *Dinotherium bavaricum* müsse man ins Museum nach Augsburg gehen (: 432). Wie bei den Zapfensanden faßt RÜHL auch hier verschiedenalte Vorkommen zusammen. So nennt er (: 420–421) Zapfen- und/oder Dinotheriensande nicht nur aus der Günzburger Gegend (ältere Serie DEHM's), sondern auch von Kellmünz (33 km von Ulm illeraufwärts; mittlere Serie) und von Grönenbach (12,5 km S Memmingen; jüngere Serie). GÜMBEL, KRANZ (: 551) und DEHM (Molassekarte) vermerken *Dinotherium bavaricum* nicht aus der Günzburger Gegend. Dagegen siedelt GREGOR (: 24) die Art in den dortigen „Dinotheriensanden" an. Zufolge der irrtümlichen Korrelierung RÜHL's mag er zu seiner, von DEHM abweichenden Einstufung der Günzburger Molasse gekommen sein.

Die Oberen Pflanzenmergel haben 2 Fischgattungen bei Reisensburg bzw. Landstrost geliefert (RÜHL: 435–436; s. 6. Profil Nr. 6), wozu der Rest eines „Reptils" (Lurchs?), möglicherweise von *Andrias* kommt. Aus den Oberen Sanden sind keine tierischen Fossilien bekanntgeworden.

11. Wirbeltiere von Heggbach

PROBST's Wirbeltierfunde hat H. v. MEYER bestimmt. PROBST bringt nach einer vorläufigen Bestandsaufnahme (1866: 53) und einem Hinweis (1868: 176) dann 1879 (: 259–262) eine vollständige Liste. Sie umfaßt neben Wirbeltieren von Biberach, Ravensburg und dem Hochgeländ

14 Arten von Säugetieren aus der Heggbacher Knauerschicht (8./9. Profil Nr. 2[1])[17]). Davon kommen 6 Taxa (+ 1 Synonym) auch in RÜHL's Grauer Günzburger Molasse (: 405–406) und 10 Taxa (+ 2 Synonyme) in dessen Zapfen- und Phohsanden vor (: 424–428; 5. Profil Nr. 4), das sind anteilsmäßig $^{6}/_{11}$ bzw. $^{10}/_{20}$ von RÜHL's Beständen. SCHLOSSER weist (1904: 487–488) bei seiner Durchsicht der PROBST'schen Sammlung 12 [11] Säugerarten nach, die er bis auf 3 anders als PROBST (H. v. MEYER) benannt oder bestimmt hat. Von Heggbach erscheint ihm als „Der interessanteste Fund" ein einwurzeliger Zahn, den er trotzdem „unbedenklich für den P_2 von *Dinotherium bavaricum* ansprechen möchte". PROBST lag (1879: 260) „ein einziger, keineswegs starker Zahn [vor], der die Unterbringung bei *D. bavaricum* zweckdienlich erscheinen lässt". Er stammt aber von Riedhausen (13,5 km SW Saulgau). Dort zeichnet DEHM (Molassekarte) *Dinotherium bavaricum* in seiner mittleren Serie nahe deren NW-Rand auch ein, während das bei Heggbach markierte Vorkommen auf einer Fundortsverwechslung SCHLOSSER's beruhen und daher entfallen dürfte. Der einzige Zahn von *Anthracotherium magnum* wurde von H. v. MEYER mit Zweifel angegeben, jedoch von RÜTIMEYER bekräftigt (PROBST 1879: 260), wogegen er nach SCHLOSSER (1904: 488) „auf keinen Fall von *Anthracotherium* herrührt". – Von den sonstigen Wirbeltieren von Heggbach stammen *Macrochelys mira* aus Schicht Nr. 8 [7], 6 weitere Reptilienarten aus Schicht 5 [4]. Aus letzterer kommen auch 2 Fischarten und einige Vogelreste, indes die wenigen Insektenreste aus der Pflanzenschicht Nr. 6 [5] herrühren.

GREGOR nennt in seiner Faunenliste von Heggbach (1982: 25) 10 Säuger- und 3 Reptilienarten. Von den von ihm ausgewählten Stücken aus der PROBST'schen Sammlung haben FAHLBUSCH eine Art von *Megacricetodon*, HEISSIG Rhinocerotiden und VAN SCHAJK Amphicyoniden revidiert. Andere Faunenelemente, so *Anthracotherium magnum*, hat GREGOR anscheinend aus PROBST (1879: 260) übernommen, wobei er von diesem und von SCHLOSSER nomenklatorisch teils abweicht. Herr Prof. Dr. FAHLBUSCH hat ein rechtes Unterkieferfragment mit M 1+2 und Schneidezähnen von *Megacriceton* (Museum Biberach BC Nr. 1595) überprüft und dazu freundlicherweise mitgeteilt: „Das Stück entspricht nach der Morphologie der Zähne ganz der Gruppe des *Megacricetodon bavaricus – germanicus*. Es ist größer als *M. bavaricus* (außerhalb der Variationsbreite der Langenmoosener Zähne) und entspricht am ehesten den Funden von Roßhaupten-Schönenberg. *(M. bavaricus* wurde früher als *Megacricetodon gregarius* aff. *bavaricus* bezeichnet.). Das Stück muß als *Megacricetodon germanicus* AGUILAR bestimmt werden. Nach den Untersuchungen von WU WENYU (1982) entwickelt sich die Art aus *M. bavaricus* in der höheren MN 5-Einheit, bleibt aber bis MN 8 (Anwil) in Mitteleuropa unverändert bestehen." Über die stratigraphische Reihenfolge der Fundpunkte teilte Herr Prof. FAHLBUSCH mit: Langenmoosen ist MN 5; Roßhaupten ist etwas jünger, am ehesten noch MN 5; Schönenberg und Jettingen sind höheres MN 5 bis tieferes MN 6; Sandelzhausen ist MN 6. Die Rhinocerotiden stellt HEISSIG laut GREGOR (: 26) „in MN 6 und zieht einen Vergleich mit der älteren Serie (oberer Teil) von Sandelzhausen... Der basale Teil der MN 7-Zone ist allerdings kaum auszuschließen. Festzustellen bleibt, daß die Funde von Heggbach keine Ähnlichkeit mit denen aus Steinheim (MN 7) aufweisen." Herrn Dr. HEISSIG verdanke ich folgenden Kommentar: „Gegenüber den Befunden an Kleinsäugern ist die stratigraphische Aussagekraft von Rhinocerotiden erheblich geringer, da das Auftreten der Arten, die als Durchläufer von MN 5 bis MN 7 gelten können, im Molassebecken vorwiegend von ökologischen Faktoren abhängt. Somit können auch Einzelfunde von Formen, die normalerweise in MN 5 oder dem tieferen Teil von MN 6 fehlen, diese Stufen nicht ausschließen."

---

[17]) Statt „*Dorcatherium vindobonessa* MEYER" bei PROBST und „*D. vindobonensis*" bei ZITTEL (Handb. Paläozool. IV, 1891–1893: 388) lies *D. vindobonense* MEYER (vgl. N. Jb. Miner. etc. 1858: 61).

Diskussion: Wenn man mit PROBST die Zapfensande von Heggbach und Günzburg parallelisiert, entspricht die Heggbacher Knauerschicht etwa der Günzburger Breccienschicht (s. Tab. 1). Die Knauerschicht liegt nur 2,69 m über der dortigen Pflanzenschicht und 9,09 m über dem Albstein. Die Breccienschicht überlagert die Hydrobien-Schichten um jeweils ca. 16,50 m (2. Profil), 9,55 m (4. Profil), 12,33 m (5. Profil) und 14 m (6. Profil). Auch wenn eine synsedimentäre tortonische Absenkung gegen die Beckenmitte zu erfolgte, die Profile von Günzburg und Heggbach also kondensierte Stärken aufweisen, halte ich die beiden Säugerlager für tieferes Torton. Da nach Mein, bezogen auf PAPP (s.: 176, k) MN 5 an der Grenze Karpat Baden endet, lägen sie also zufolge FAHLBUSCH's obiger Reihenfolge noch in MN 5, Karpat bzw., auf Schönenberg bezogen, im höheren MN 5 bis tieferen MN 6.

12. Zur Korrelierung des Neogens der süddeutschen Vorlandmolasse, der zentralen Paratethys und der mediterranen Tethys

(Tabelle 2, S. 175)

1. Stellungnahme des Verfassers

Obwohl die europäische Neogen-Stratigraphie in den zwei letzten Jahrzehnten gewaltige Fortschritte gemacht hat, dürfte sie ihren endgültigen Stand noch nicht erreicht haben. Darauf lassen die in kurzer Folge sich ändernden Gliederungsschemata schließen. Von diesen Gliederungen wird auch die süddeutsche Vorlandmolasse als Teil der zentralen Paratethys betroffen. GALL hatte (1972: 19) der herkömmlichen Stratigraphie der süddeutschen Neogen-Sedimente den Vorzug gegeben, weil sie bessere Korrelationsmöglichkeiten liefert als die noch nicht vorbehaltslos übertragbare Gliederung der zentralen Paratethys. SCHEUENPFLUG benützt (1980: 131) „die herkömmliche Zeiteinteilung und Nomenklatur für das Neogen..., um die Verbindung zu dem zahlreichen vorausgegangenen Schrifttum zu halten." Auch GREGOR stellt (1982: 169) fest, „daß die Schichten der bayerischen Molasse ... nicht klar mit den Ablagerungen der Paratethys parallelisiert werden können." „Eine vorläufige Korrelation der neuen Biozonen mit den Stufen der Paratethys hat Modellcharakter und wird vermutlich in Zukunft mehrfach zu revidieren sein." Derlei Auffassungen gelten meines Erachtens für die nichtmarinen Ablagerungen auch weiterhin. Es ist derzeit unmöglich, bei Bezügen auf die ältere Literatur deren Stufennahmen durch solche aus der Paratethys zu ersetzen. Wie in neuen Veröffentlichungen wird daher die in Tab. 2, Spalten a und b genannte Gliederung beibehalten.

2. Bemerkungen zu Tabelle 2

Zu Spalten a, b: Als tiefstes Neogen betrachte ich das Aquitan (obere Eger). Chatt bis Lattorf der Vorlandmolasse wurden in den Bohrungen Isen 1 und 2 und Taufkirchen 1 angetroffen (s. Erl. Molassekarte: 94, 99, dortige Tafel 2 Profil Nr. 28).

Zu Spalte b: Als UBrM (Untere Brackwassermolasse) gelten die Cyrenen-Schichten. Zwischen UMM (Unterer Meeresmolasse) und USM (Unterer Süßwassermolasse) ist verbrackte UMM zu erwarten. Weitere Kürzel: OMM (Obere Meeresmolasse), OBrM (Obere Brackwassermolasse), SBM (Süßbrackwassermolasse), OSM (Obere Süßwassermolasse).

Zu Spalte f: Einige in [ ] stehende radiometrische Daten wurden aus PAPP (1981) zugesetzt. – STEININGER & RÖGL & MARTINI beziffern (1976: Tab. 1) den Beginn des Chatt auf 28,5, jenen des Rupel auf 34 und jenen des Lattorf auf 37,5 Millionen Jahre.

Tabelle 2

Gliederungsschemata des Neogens der süddeutschen Vorlandmolasse, der zentralen Paratethys und der mediterranen Tethys

Auszug aus CICHA & FAHLBUSCH & FEJFAR (1972 132 - 133) Zusatze des Verf in Spalten a und b: [ ] und Pfeile					Auszug aus STEININGER & ROGL (1979 1165 Tab) Zusatze des Verf in Spalten f - h und j: [ ]						nach FAHLBUSCH (1981 Tab. 1)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		k
Vorland - Molasse		Zentrale Paratethys									
bisherige Stratigraphie	Lithostrati - graph Einheit	altere Stratigraphie	regionale Stufen	+ Mill Jahre	Mill years	Epochs	Mediterranean Stages	Central Paratethys Stages	Formerly used [Central Paratethys] Stages		Saugetier - 'Units' ("MN")
		Levant - Ast	Roman		2	PLIOC Late	[Piacentian]	Romanian	Levantin		17 16
		Dak	Dak		5	Early	[Zanclean]	Dacian	Daz		15 14
Pont		Pont	Pont		6,3		Messinian	Pontian	Pont	Pannon s. l.	13 12
		Pannon	Pannon	10 - 11	10	Late	Tortonian	Pannonian	Pannon		11 10 9
Sarmat	OSM	Sarmat	Sarmat	13,5	12			Sarmatian	Sarmat s SUESS	Sarmat s. l.	8
				15	[~13,3] 15,4	MIOCENE Middle	Serravallian				7
Torton		Torton	Baden	19	16,5		Langhian	Badenian	Torton	Vindobon 2	6
			Karpat	22,5				Karpatian			5
	[OBrM / SBM]	Helvet			[17,5]						
Helvet			Ottnang	24,5				Ottnangian	Helvet	1	4
	OMM				[19]	Early	Burdigalian				3
Burdigal		Burdigal	Eggenburg		20			Eggenburgian	Burdigal	Mediterran - Stufe	2
				26,5	22						
Aquitan	[USM] [UBrM] [UMM]	Aquitan					Aquitanian	Egerian	Aquitan		1
Chatt		Chatt	Eger	31	24 [24,5]	[Oligoc.]			Chatt		
[Rupel]											
[Lattdorf]	[UMM]										

Zu Spalte h: Piacentian und Zanclean, die STEININGER & RÖGL (1979: Tab.) nicht anführen, und die Korrelierung (s. Spalte i) mit dem Romanian und Dacian stammen aus PAPP (1981). STEININGER & RÖGL & MARTINI korrelieren (1976: Tab.) in der Spalte ,,Formerly used stages of the Paratethys" das höhere Pont und das Daz mit dem Zanclean. Piacentian, Romanian und Levantin erscheinen in deren Tab. nicht.

Zu Spalte j: Als Vindobonien hat DEPERET laut BAUMBERGER (1934: 65, Tab.) das Helvetien und Tortonien ,,mit Ausschluß des Sarmatien" zusammengefaßt. STEHLIN unterteilt es (1914: 189–190) in ,,Unteres Vindobonien (obere Stufe der marinen Molasse)" und ,,Oberes Vindobonien (Obere Süßwassermolasse mit Süßwasserkalken und Kohlenflözen)". ,,Die Süßwasserbildungen repräsentieren das Tortonien und vermutlich auch das Sarmatien" (BAUMBERGER: 65). Nach STEHLIN (1934: 70) ist ,,Sarmatien ... in der Schweiz nicht deutlich charakterisiert", doch läßt er (1937: 12) ein Sarmatien zu. Nach DEPERETS Korrelationen (s. FAVRE 1911: 416) u. a. mit Steinheim am Albuch (MN 7) und nach STEHLIN's Säugervorkommen (1914: 190) von Schwamendingen und Oehningen (MN 6) sowie Anwil (MN 8) umfaßt das Obervindobon also MN 6–8 (+ MN 5?) und somit Torton + Sarmat. HEER's ,,Oeningien" besteht nach BAUMBERGER (1934: 65, Tab.) aus der ,,Gesamtheit dieser obermiocaenen Süßwasserbildungen ... in der Schweiz", der Oberen Süßwassermolasse mit Tortonien und Sarmatien.

Zu Spalte k: Nach MEIN (1981: 84) sind MN 1 und vielleicht ein großer Teil oder das ganze MN 2a ,,anté-Néogène". Mn 3a scheint ihm gut der marinen Zone N 5 Eggenburgien (N-Gliederung nach planktonischen Foraminiferen) zu entsprechen. PAPP (1981: Tab.) korreliert MN 3a [z. T.?] und MN 4a [z. T.?] mit dem Ottnang, indes dieses nach FAHLBUSCH (unsere Tab. 2, k) etwa MN 4 entspricht. Weiterhin ist nach MEIN (1981: 85) u. a. die Basis von MN 5 der Grenze von N 8 – N 9, also der Grenze Karpat/Baden korrelat. Der Sägerfundpunkt Neudorf-Sandberg liegt in Höhe des Daches von MN 5.

3. Zu FAHLBUSCH's Empfehlung und zur Biozonation nach Säugetieren

FAHLBUSCH empfiehlt in einer inzwischen erschienenen Publikation (1981: 121) ,,den international weitgehend einheitlichen Gebrauch der Begriffe Miozän und Pliozän, ihrer Abgrenzung und der neu definierten Stufennamen auch im kontinentalen Neogen Deutschlands zu übernehmen" bzw. (: 127) für das süddeutsche Neogen so weit als möglich zu versuchen, ,,die Stufengliederung der Paratethys zu übernehmen, was freilich eine Reihe paläontologischer und stratigraphischer Neubearbeitungen erfordert"[18]). Diesem Bestreben ist zuzustimmen, doch scheint mir die Zeit für eine Übernahme, die sich natürlich auf die gesamte Stratigraphie erstrekken müßte, noch nicht gekommen. FAHLBUSCH verweist (1981: 123; 1976: 162) auf die ,,sehr großen Unsicherheiten" einer Übertragung absoluter Datierungen auf das süddeutsche Neogen wie auch ,,eine(r) Korrelierung kontinentaler Faunen und Floren untereinander sowie mit den marinen Stufen" mittels dieser Datierungen; (vgl. dazu unsere Tab. 2, Spalten e und f). Entsprechend äußert sich MEIN (1981: 85).

MEIN publizierte (1975: Tab.) eine Biozonation nach Säugetieren mit (: 79) den ,,zones de mammifères" MN 1–17 (MN = ,,Mammifères Néogènes"; s. 1981: 83). Die Tab. zeigt die Bezugslokalitäten, die charakteristischen Formen der Evolutionslinien und deren Begleiter sowie das Ersterscheinen von Säuger-Gattungen. Auf einem Symposium wurden laut FAHLBUSCH (1976: Tab. 1) diese ,,Neogene Mammal Units" mit ihren Referenzlokalitäten zu

[18]) Abweichungen in FAHLBUSCH's Gliederungs-Tabelle (1981: 124–125), Kolumnen 1 und 4 von unserer Tab. 2, Kolumnen h und i beruhen nach freundl. Mitteilung des Autors darauf, daß er seiner Tab. irrtümlich jene von RÖGL & STEININGER & MÜLLER (1978) zugrundegelegt hat.

„Mammal Ages (resp. Stages)" und ‚Superstages' zusammengefaßt. FAHLBUSCH spricht auch (1981: Tab. 1) von „Säugetier-‚Units'" und „Säugetier-‚Stufen'" bzw. (: 123, 126) von „MN-Einheiten" und „-Abschnitten". FAHLBUSCH (1981; s. unsere Tab. 2, k) und PAPP (1981) nehmen in ihre stratigraphischen Tabellen diese MN-Einheiten und -Abschnitte, letzterer auch Bezugslokalitäten auf. Die Säuger-Einheiten und -Abschnitte wurden deshalb aufgestellt, weil es (s. FAHLBUSCH 1976: 162) beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse nicht möglich ist, auf die kontinentalen Gebiete chronostratigraphische Namen zu übertragen, die für marine Sedimente definiert wurden oder im Gebrauch sind. Die Grenzen zwischen zwei Säugereinheiten sind nicht exakt definiert und daher für individuelle Interpretation offen (FAHLBUSCH 1976: 166). Sie sind auch in den Tab. von FAHLBUSCH (s. unsere Tab. 2, Spalte k) und PAPP (1981) nur in einer Minderzahl hinreichend festgelegt und auf die allgemeinen Stufengrenzen zu beziehen. Auf dem Symposium wurde laut FAHLBUSCH (1976: 162) die Notwendigkeit anerkannt, so bald wie möglich die Namen der chrono-(ortho-)stratigraphischen Einheiten des marinen Tertiärs auf das kontinentale zu übertragen.

MN-Einheiten erstrecken sich über teils unsicher begrenzte und längere absolute Zeitspannen. Das marine Burdigal der süddeutschen Molasse ist zufolge seiner Faunenverwandtschaft ein Äquivalent des Eggenburg, das MEIN (1981) als MN 3 bezeichnet, unser marines Helvet ein Äquivalent des Ottnang, MN 4. Das „Burdigalien" von La Romieu (s. HEIZMANN & a. 1980: 5 Abb. 2) stufen CICHA & a. (1972: 136) und FAHLBUSCH (1976: 164) als Ottnang und damit MN 4, HEIZMANN & a. (: 9) als MN 4b ein. Eine Unterteilung von MN 4 in 4a und 4b ist im süddeutschen Molassebecken noch nicht erfolgt. Für MN 4 sind etwa 1,5 bzw. 2 Millionen Jahre anzusetzen (s. Tab. 2, f). In diese Zeit fällt die Sedimentation der helvetischen OMM, die Bildung des Albsteins und der Graupensandrinne und deren fluviatile und brackische Füllung. Dazu kommt der Absatz der tiefsten OSM, wozu die MN 4b-Fauna von Forsthart/Ndb. (s.: 179) gehört. Dieser litho- und biofaziell erfaßte Ablauf ist mittels Säugerfaunen noch nicht zu gliedern. Man weiß nicht, wo im Molassebecken die Grenzen zwischen den einschlägigen MN-Einheiten liegen. Selbst die MN-Zuteilung mancher Säugerlager ist noch unsicher, wie sich gezeigt hat. Im marinen Bereich können allerdings Foraminiferen (s. HAGN 1955; 1961), Nannoplanktonten und Mollusken weiterhelfen (s. STEININGER & ROGL & MARTINI 1976; MARTINI 1981).

S c h l u ß f o l g e r u n g : Wie die verschiedenartigen Neogen-Ausbildungen der Tethys, der Paratethys und der Landgebiete eigene Stratigraphien erforderten, so sind auch Korrelierungen zwischen der limnofluviatilen OSM Süddeutschlands und den marinen Teilen der zentralen Paratethys vorerst nur beschränkt möglich. Es empfiehlt sich daher, wie in Kap. 12, 1 gesagt, vorerst die überkommene Gliederung des süddeutschen Neogens beizubehalten und in geeigneten Fällen Hinweise auf die Paratethys-Stratigraphie zu geben. Die ungefähren Bezüge zwischen beiden sind ja nunmehr bekannt. Wichtig ist die Aussage eines Autos, nach welchem Schema er verfährt. Wie leicht es zu Mißverständnissen kommen kann, zeigt die unversehens angewandte mediterrane Stufengliederung auf das Tertiär Baden-Württembergs durch GEYER & GWINNER (1979: 95 Abb. 21). (Entgegen deren Darstellung fällt die Untergrenze der OSM noch in den Bereich des mediterranen Burdigaliums; s. Tab. 2.)

13. Verbreitung und Einstufung ausgewählter Säuger und Säugerfaunen des Neogens

1. Vor-obermiozänes Erscheinen von Großsäugern der DEHM'schen älteren und mittleren OSM-Serie

a) Für DEHM's ältere Serie der OSM sind *Procervulus dichotomus* (GERVAIS) und *Heteroprox larteti* (FILHOL) bezeichnend. *Dinotherium bavaricum* tritt mit einer Ausnahme (s.: 180 f) erst in der mittleren Serie auf (DEHM 1955: 85).

DEHM stellt (1951: 148) fest, „daß die abwerfenden Gabelhirsche *Heteroprox* ... bereits vor dem Obermiocän erschienen waren". Von *Heteroprox larteti* hat er (1951: 147–148, 150) in der Tübinger Sammlung einen Geweih-Abwurf aus der OMM von Baltringen bestimmt, dessen Herkunftsangabe er nachträglich mangels anhaftenden Gesteins nicht mehr überprüfen konnte. Einen Abwurf der gleichen Art beschreibt er von Jungnau im Laucherttal (6 km N Sigmaringen).

Laut KIDERLEN (: 327) liegt hier „keine Schlotfüllung, sondern eine ‚lagerhaft' ausgedehnte Ablagerung" vor. Sie sei mit seinen „*Suevicus*-Schichten" [den Paludinen-Schichten] von Oberkirchberg vergleichbar. Da aber Jungnau 6 km jenseits der NW-Grenze der Graupensandrinne liegt (s. Molassekarte), können die von ihm genannten Wirbeltiere, Mollusken und Jurafossilien nicht aus Grimmelfinger- oder Kirchberger Schichten stammen. KIDERLEN kann (: 351–352) die stratigraphische Stellung der Fundschicht nicht klären und schließt mit SCHLOSSER eine Fundortsverwechslung nicht aus. GOLWER fand (1959: 39–40) wie ROLL um Jungnau keine sandigen Ablagerungen. Eine Spalte enthielt feinkörnigen Sand aus nicht gerundeten, glasklaren bis trüben Quarzen, Bohnerz, Ton und Lehm; in bohnerzreichen Partien zahlreiche Stielglieder von *Apiocrinus*, Molluskenreste und Bruchstücke von zwei Röhren- und zwei Plattenknochen. Das legt ihm den Schluß nahe, „daß im südlichen Lauchertgebiet während des Miozäns Sande sedimentiert wurden, die mit Bohnerz und tonigen Ablagerungen in Spalten erhalten blieben". Das nehme ich auch für das Vorkommen von Jungnau an. Dort ist dann ein vor-obermiozänes Erscheinen von *Heteroprox larteti* nicht gesichert.

Die zweite bezeichnende Art der älteren Serie, nämlich *Procervulus dichotomus* erscheint laut HEIZMANN & a. (1980: 8, 6, 4) in Artenay bereits in MN 4a und kommt knapp darüber in MN 4b von Baigneaux, ferner von Bézian und La Romieu sowie cf.-bestimmt in Langenau vor. ROMAN & VIRET (1934: 66) geben als stratigraphische Reichweite Unterburdigal bis Obervindobon an[19]). MN 4 entspricht (Tab. 2, k) etwa unserem (? tieferen Helvet +) Mittel- und Oberhelvet bzw. den betreffenden Teilen des Ottnang.

b) Für DEHM's mittlere Serie der OSM sind *Dinotherium bavaricum* und *Stephanocemas elegantulus* (ROGER) bezeichnend (1955: 84). DEHM verweist (1951: 148, 150) darauf, daß *Dinotherium bavaricum* nach SCHLOSSER (1904: 490–491) schon in der OMM von Baltringen vorkommt. SCHLOSSER erwähnt (: 491) GERVAIS' Fund dieser Art in den Sables d'Orléanais, die als Burdigalien bezeichnet wurden. *Deinotherium* (cf. *bavaricum*) taucht als Einwanderer in Baigneaux auf und ist als *D. bavaricum* in Langenau 1 vertreten (HEIZMANN & a. 1980: 9, 7, 4). STEHLIN nennt (1914: 193) *D. bavaricum* aus dem „Unteren Vindobonien (obere Stufe der marinen Molasse)" von Riedern. WERNER zitiert (1975b: 52) *D. bavaricum* und *D. cuvieri* aus den Kirchberger Schichten der „Römischen Altstadt" bei Heudorf/Meßkirch. ROMAN & VIRET kennen (: 66) *D. cuvieri* aus dem Oberburdigalien bis Untervindobonien.

c) Aus der älteren und mittleren Serie nennt DEHM (1955: 84, 85) 9 gemeinsame Arten. Von diesen hat Artenay (MN 4a), die „älteste europäische Fundstelle, von der man einen Proboscidier ... kennt", *Gomphotherium angustidens* geliefert. Die Art kommt auch knapp über Artenay in MN 4b von Baigneaux, ferner von Bézian und Langenau 1 vor (HEIZMANN & a.

---

[19]) Nach MEIN (1975: Tab.) würde die Gattung *Procervulus* bereits in MN 3, die Gattung *Heteroprox* erst in MN 6 auftreten.

1980: 4–9); weiterhin im „Burdigalien (Untermiocän), Untere Stufe der marinen Molasse" und in deren Oberer Stufe (Untervindobonien), hierin bei Benken und Riedern (Stehlin 1914: 189, 187 bzw. 193, 189); in der OMM von Baltringen etc. (Probst 1879: 240; Schlosser 1904: 490, 491); in den Kirchberger Schichten der „Römischen Altstadt" (Werner: 52). Moos nennt (1926: 16) *Mastodon* sp. aus den Gerlenhofer Sanden, einem Äquivalent der tortonen Bithynien-Schichten. – *Hyotherium soemmeringi* ist aus Baigneaux bekannt; ferner aus der OMM von Baltringen (Schlosser 1904: 490, 492); aus dem Unteren Vindobon von Schlatt (Stehlin: 192, 189); aus den Kirchberger Schichten der „Römischen Altstadt" (Werner: 52). – *Bunolistriodon lockharti* ist der zweite Einwanderer in Baigneaux und auch in Bézian und Langenau 1 vertreten (Heizmann & a.: 9, 6, 4); weiterhin in der OMM von Stotzingen (Schlosser 1904: 490) und Riedern (Klahn 1924: 339). Nach Dietrich & Kautsky (1920: 247) kommt die Art neben *Hyotherium soemmeringi* etc. auch im Burdigal von Tuchorschitz vor (MN 3 lt. freundl. Mitt. von Herrn Dr. Fejfar)[20]). Von den bei Dehm genannten 3 *Palaeomeryx*-Arten reicht *P. kaupi* nach Roman & Viret (: 66) vom Unterburdigal bis zum Obervindobon und findet sich in Artenay, Baigneaux, Bézian (Heizmann & a.) und, zusammen mit 5 bzw. 2 anders benannten *Paleomeryx*-Arten, in der OMM von Baltringen (Probst 1879: 240 bzw. Schlosser: 490, 492). – Eine *Eotragus*-Art wird von Artenay genannt. – *Anchitherium aurelianense* ist nach Abusch-Siewert (1982: 319 Abb. 105) von MN 3 bis MN 9 verbreitet. Das Vorkommen in der USM (Aquitan) von Eggingen (Probst 1879: 234) gehört nach Tab. 2, k in MN 1. Wenn auch nach Mein (1981) MN 1 und wahrscheinlich ganz MN 2a „anté-Néogène" sind, so stelle ich das Aquitan jedenfalls an die Basis des Neogens (Zöbelein 1960).

2. Kleinsäuger-Faunen im Liegenden der Oberen Brackwassermolasse und in der Oberen Süßwassermolasse

Die Kleinsäugerfaunen der OBrM verteilen sich nach Fahlbusch (Tab. 2, k) und nach Einzelzuordnungen etwa auf MN 4b, jene der OSM ungefähr auf die MN-Einheiten oberstes MN 4b + 5–7 z. T. (unser Torton), 7 z. T. – 8 (unser Sarmat) und 9 (unser tiefes Pont). Neuere Übersichten über einschlägige Kleinsäuger-Fundpunkte und -Einstufungen bringen Fahlbusch (1964, Fundpunkte etc.: 86, 129–133; 1975, Fundpunkte etc.: 65–67); Cicha & a. (1972, Fundpunkte etc.: 136–138); Mayr & Fahlbusch (1975); Mayr (1979, Fundpunkte mit MN-Einstufungen: 336f.); Mayr (1980, Fundpunkte mit MN-Einstufungen: 167–169).

Bemerkungen zu einzelnen Fundpunkten: Bei Rauscheröd (Bl. 7445, 2,8 km NE Ortenburg) liegen Kleinsäuger zusammen mit marinen Vertebraten und Evertebraten in der „Verzahnung der brackischen Meeresmolasse mit fluviatil-terrestrischen Elementen" in MN 4 (Mayr 1980: 167, 168). Gregor registriert (: 51) Pflanzen aus verschiedenen Schichten nach Pfeil's und seinen Aufsammlungen (Profil: 248, 253 E 12). Ähnlich wie die dortige Kleinsäugerfauna unter den Oncophora-Schichten Niederbayerns, so liegt jene von Ořechov bei Brünn unmittelbar unter den Oncophora-(„Rzehakia-")Schichten Mährens (Cicha & a. 1972: 131 f., 137, 143). Da Ořechov ein Äquivalent von La Romieu etc. ist, gehören beide Vorkommen zu MN 4b. Der Fundpunkt Forsthart (Bl. 7344 Pleinting, 8,5 km SW des Ortes; s.

[20]) Den dritten Einwanderer von Baigneaux, *Dorcatherium* (cf. *naui*), erwähnt Dehm (1951; 1955) nicht, doch kennt er (1957: 36) *D. crassum* aus Häder und Stätzling (untere bzw. mittlere Serie), aus Stätzling auch *D. guntianum* und *peneckei*, *D. crassum* auch von Reisensburg (s. Wellnhofer 1969: 216). Rühl nennt (: 406, 426) *D. naui* aus der Grauen und Gelben Molasse, aus letzterer auch *D. guntianum*. *D. guntianum* findet sich nach Roman & Viret (: 46) schon im Burdigalien von La Romieu und nach Probst (1879: 240) in der OMM von Baltringen. Werner zählt (: 52) *D. crassum* aus Kirchberger Schichten der „Römischen Altstadt" auf.

Grimm in Schlickum 1964: 54) liegt über den Oncophora-Schichten, in Silvana-Schichten mit *Cepaea silvana* (Schlickum & Strauch 1968: 376[47]), also an der Basis der OSM und in tiefem Torton. Cicha & a. weisen ihn nach Kleinsäugern MN 4 [MN 4b] zu (1972: 136–137 Tab. 2; s. Mayr 1980: 167–168). Ebenso stufen sie Rembach ein (Bl. 7343, 5,5 km SE Eichendorf/Vils). Ořechov, Forsthart und Rembach gehören nach Cicha & a. (1972: 136) ebenso wie Langenau 1 nach Heizmann dem [höheren] Ottnang an. Der Fundpunkt Langenmoosen (13,5 km fast S Neuburg a. D.) hat Groß- und Kleinsäuger geliefert (Dehm 1952: 86 f.; Fahlbusch 1964: 86, 87 f.). Er gehört zu Dehm's älterer OSM-Serie und zwar zum tiefen Torton (Dehm 1952: 89; Fahlbusch 1964: 131, 133), nach letzterem vielleicht auch in den Grenzbereich Helvet/Torton. Cicha & a. (1972: 136 Tab. 2, 140) stellen die Kleinsäugerfauna in das Karpat und damit nach Fahlbusch (1981) in MN 5, der sie auch Mayr zuschreibt (1979: 336; 1980: 167, 168). Sandelzhausen (25 km fast N Freising, 2 km S Mainburg) ist auf der Molassekarte in Dehm's mittlerer Serie eingezeichnet. Das hierfür bezeichnende *Dinotherium bavaricum* wurde indes bei Grabungen nicht gefunden. Unter den Großsäugern stellt Schmidt-Kittler (1972: 83, 92–93) *Gomphotherium angustidens subtapiroides* und selten *Zygolophodon turicensis* fest, die in der älteren und mittleren Serie vorkommen. Die Einstufung von Sandelzhausen wurde auf S. 173 erörtert.

3. Diskussion

Im Prinzip folgen bei Großsäugern und (Fahlbusch 1970: 153, 158) kontinuierlich bei Kleinsäugern der OSM jeweils jüngere Arten bzw. Faunen von den Rändern des Molassebeckens gegen seine Mitte zu aufeinander. Gegenüber den Großsäugern ändern Kleinsäuger rascher ihre verwertbaren Merkmale, breiten sich schneller aus und sind zahlreicher und leichter zu gewinnen. Deshalb liefern sie mehr und detailliertere stratigraphische Daten und ermöglichen es etwa, lokale Abtragungsunterschiede besser nachzuweisen. Nach Meinung von Jung & Mayr (1980: 160) können „ohne Neubearbeitung die drei ‚Dehmschen Serien' nicht auf die sechs in Frage kommenden MN-Einheiten [MN 4b–9] verteilt werden". Eine Neubearbeitung erscheint mir in Anbetracht der konstanteren Merkmale der Großsäuger, ihrer stärkeren ökologischen Abhängigkeit und der jedenfalls noch bestehenden unscharfen Trennung der MN-Einheiten wenig aussichtsreich.

Von den 11 Großsäugern, die Dehm aus der älteren Serie nennt, sind alle bis auf *Anchitheriomys wiedemanni, Palaeomeryx bojani* und *P. eminens* schon aus vor-obermiozänen Schichten bekannt. Ob die beiden letzteren, die auch Stehlin (: 192) aus dem Obervindobon anführt, schon früher (etwa als Synonyme) erscheinen, konnte ich nicht ermitteln. Möglicherweise haben sich diese 3 Arten nicht erst zur Zeit der älteren Serie entwickelt, sondern sind wie die anderen und auch *Dinotherium bavaricum* damals erst zugewandert. Das verspätete Auftreten der meisten Groß- und wohl auch von konservativen Kleinsäugern in der älteren Serie der OSM Süddeutschlands ist paläogeographisch bedingt. Erst mit dem Rückzug des helvetischen Molassemeeres nach W und E und der Verlandung der Brackgewässer konnten die Säugerfaunen das entstandene Festland besiedeln. In die OMM und die OBrM wurden sie schon früher von den Küsten her eingeschwemmt.

Die Dreigliederung der OSM mittels Großsäugern kann durch nachträgliche Abtragung der mittleren und jüngeren Serie im Bereich der älteren Serie und durch Abtragung der jüngeren Serie im Bereich der mittleren Serie erklärt werden. Es wäre unverständlich, daß die seit Beginn der OSM zugewanderten Säuger nicht die ganze Landoberfläche besiedelt und die Ränder im N und S zonenweise ausgespart hätten.

Die Verbreitung von *Dinotherium bavaricum* ist ein Sonderfall. Mit einer Ausnahme tritt es nicht schon in der älteren OSM-Serie auf wie Großsäuger, die früher mit ihm einhergegangen

waren. Fast sämtliche der 42 Vorkommen waren DEHM aus der mittleren Serie, keines aus der älteren Serie bekannt (1955: 83–84, 87). Die Ausnahme ist ein späterer Fund von Hoisberg, 6 km SW Aidenbach/Niederbayern, 4 m über den Oncophora-Schichten (GRIMM 1957: 137, 104, 148, 151 Abb. 7, Tafel 3), also aus MN 4 b wie Forsthart, evt. aus tiefem MN 5 wie Langenmoosen. SCHLOSSER (1904: 491) hatte sich gegen die Ansicht mancher älterer Autoren gewandt, daß die Schichten an einigen Orten „wegen des Fehlens von *Dinotherium*-Resten geologisch älter sein müßten als der bayrisch-schwäbische *Dinotherien*-Sand". „Ich habe ... mir die Abwesenheit von *Dinotherium* immer nur als fazielle Abweichung erklärt". FAHLBUSCH & GALL meinen (1970: 394) bezüglich Sandelzhausen: „Ob das Fehlen von *Dinotherium bavaricum* als sicheres Argument für eine Zuordnung zur ‚Älteren Serie' gewertet werden darf, erscheint fraglich". – *Dinotherium* erscheint als Neuzugang in Baigneaux (MN 4b) zwar etwas später als *Gomphoterium* in dem stratigraphisch etwas tieferen Artenay (MN 4a). Daraus kann man aber keine Schlüsse auf die Anwesenheit von *Gomphotherium* und das Fehlen von *Dinotherium* in der älteren Serie der OSM ziehen. Dieses Fehlen von *Dinotherium bavaricum* im Gegensatz zum Vorkommen in vor-obermiozänen Schichten und seiner Häufigkeit in der mittleren Serie wird tätsächlich „faziell", etwa durch den Mangel an geeigneter Nahrung für diesen Hauerelefanten bedingt sein. Vielleicht können die Paläobotaniker darüber etwas sagen.

14. Zusammenfassung

Auf Tabelle 1 werden 7 ältere Profile durch die jungtertiären Schichten um Günzburg korreliert und als Standardprofil das 3. Profil (nach GÜMBEL 1894) gewählt. Auf die zunächst noch schwach brackischen und dann vorwiegend limnischen Unteren Mergel- und Sandschichten folgen, beginnend mit der zusammengeschwemmten Knochenbreccie die fluviatilen Zapfensande s.l., darüber die wieder mehr limnischen Oberen Pflanzenmergel und die limnofluviatilen Oberen Sande. Bemerkungen zu den einzelnen Profilen betreffen u. a. die Abgrenzung und Unterteilung von RÜHL's Grauer und Gelber Molasse, auf deren Schichten er seine und WETZLER's Fossilfunde bezieht. KRANZ'ens Profil (Nr. 7) wird umgedeutet. Seine als „Oberstes Miocän" bezeichneten Schichten Nrn. 1–3.b) sind tieferes Torton. Die endgültige Auffüllung der Graupensandrinne, in deren Bereich Günzburg liegt, erfolgte durch die Unteren Mergel und Sandschichten. Die Albsteinschwelle kann danach nicht mehr bestanden haben. Die Ablagerung der Zapfensande wird auf FÜCHTBAUER's weiträumige „alpine axiale Ost-West-Schüttung" im Molassebecken einige Zeit nach Beginn der Oberen Süßwassermolasse (OSM) bezogen. Sie setzt in HOFMANN's „Glimmersandschüttung" durch den Hegau und die Ostschweiz gegen das Rhonetal fort.

Bei Heggbach/Walpertshofen, (8. und 9. Profil), SE der Graupensandrinne hat PROBST (1868) den Albstein als geologischen Begriff eingeführt. Von der oberhelvetischen Albsteinfläche ist die überlagernde OSM durch eine Schichtlücke getrennt, die zeitlich der Bildung der oberhelvetischen Grimmelfinger und Kirchberger Schichten in der Graupensandrinne entspricht. Falls die Heggbacher Zapfensande auf eine verspätete oder eine jüngere Sandschüttung zurückgehen, sind sie und ihre liegenden Mergel (opp. PROBST) nicht mit jenen von Günzburg zu korrelieren, auf Tab. 1 also nach oben zu verschieben.

Bezüglich der Fossilführung des Günzburger und Heggbacher Tortons wird auf die Listen der Autoren verwiesen. Bisherige Florenvergleiche von Günzburg, Heggbach, Oehningen und Le Locle (Schweiz) erbrachten keine gesicherten Einstufungen. Die An- oder Abwesenheit von *Daphnogene* („*Cinnamomum*", „*Cinnamomophyllum*") ist hier kein Klima- und Altersindiz.

Zur Stratifizierung: Die Günzburger und Heggbacher Schichten über den Hydrobien-Schichten bzw. dem Albstein sind tieferes Torton in einem gekappten Torton-Profil. Das erweisen die Lage weit nördlich der DEHM'schen Torton/Sarmat- und noch weiter nördlich der mineralogischen A-Grenze (deren Beziehungen erörtert werden), Mächtigkeitsvergleiche und *Megacricetodon germanicus* bei Heggbach. Die Unteren Mergel- und Sandschichten von Günzburg halte ich wegen ihrer Lage über den oberhelvetischen Hydrobien-Schichten und des erstmaligen Auftretens von *Cepaea silvana* für tiefes Torton, tiefes MN 5 und für jedenfalls nicht jünger als Langenmoosen. Die Zapfensande und ihr Hangendes könnten höheres MN 5 bis tieferes MN 6 sein. Das *Megacricetodon* von Heggbach weist auf höheres MN 5, vergleichbar mit Roßhaupten, hin. ,,Oehninger Floren" kommen im Torton und Sarmat vor, sind also für eine exakte Einstufung nicht geeignet. Die Floren von Oehningen und Le Locle liegen wie die Säugerfauna von Sandelzhausen in der Säugereinheit MN 6. Doch sind die ersteren jünger (Obertorton) als Sandelzhausen (Mitteltorton).

Die Korrelierung des süddeutschen kontinentalen Neogens mit den Stufen der zentralen Parathethys und der mediterranen Terthys reicht noch nicht aus. Den bisherigen Stand zeigt Tab. 2. Die MN-Biozonation hat eine großräumige Stratigraphie beträchtlich gefördert, ist aber für eine Zuordnung unserer Schichtkomplexe noch zu weit gestaffelt und in sich zu wenig abgegrenzt. Man kann vorerst auch nicht die in der älteren Literatur verwendeten Stufennamen der Vorlandmolasse auf solche der Paratethys umstellen. FAHLBUSCH's Empfehlung, die neu definierten internationalen Stufennamen auch im kontinentalen Neogen zu übernehmen, ist erstrebenswert, aber noch nicht allgemein zu verwirklichen.

Von den Großsäugern in DEHM's Dreigliederung der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands erscheinen die beiden bezeichnenden Arten der älteren Serie *Procervulus dichtomus* sicher, *Heteroprox larteti* wahrscheinlich schon vor-obermiozän. Von den aus der älteren und mittleren Serie genannten 9 Arten kommen mindestens 6 bereits in älteren Schichten vor. Die meisten Großsäuger (und wohl auch konservative Kleinsäuger) sind jedenfalls verspätet und zwar erst nach dem Rückzug des Helvetmeeres eingewandert. Ihre Verteilung auf die drei, gegen die Beckenmitte zunehmend jüngeren OSM-Serien wird durch spätere, sukzessive Abtragung der Randzonen erklärt. Das fast völlige Fehlen von *Dinotherium bavaricum* in der älteren Serie dürfte faziell, vielleicht durch den Mangel an geeigneter Nahrung bedingt sein.

Nach der absoluten Datierung kommt die profilhöhere A-Grenze der Torton/Sarmat-Grenze näher als die untere Grenze DEHM's. Diese liegt demnach innerhalb des Tortons.

Schriftenverzeichnis

ABELE, G. & FUCHS, B. & STEPHAN, W. (1955): Die westliche bayerische Vorlandmolasse (: 46–58, 2 Abb.). – In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000, München (Bayer. Geol. Landesamt).

ABUSCH-SIEWERT, S. (1982): Gebißmorphologische Untersuchungen an eurasiatischen Anchitherien (Equidae, Mammalia) unter besonderer Berücksichtigung der Fundstelle Sandelzhausen. – Diss. Univ. München, 361 S., 105 Abb., 20 Taf., München.

BAUMBERGER, E. (1934): E. Die Molasse des Schweizerischen Mittellandes und Juragebietes. Mit einem Beitrag von H. G. STEHLIN (: 69–70): Wichtigste Daten der Säugergeschichte Europas. – Geol. Führer Schweiz, Fasc. I: 57–75, 1 Tab., Hrsg. Schweiz, geol. Ges., Basel (Wepf & Cie.).

BESCHOREN, B. (1955): Die Vorlandmolasse im Gebiet der unteren Isar, (: 59–67). – In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000, München (Bayer. Geol. Landesamt).

BÜCHL, U. P. (1959): Zur Stratigraphie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) der Ostschweiz. – Ecl. geol. Helv., **52**: 449–460, 1 Abb., 1 Tab., Basel.

BÜRGISSER, H. M. (1981): Zur zeitlichen Einordnung der Oberen Süsswassermolasse in der Nordostschweiz. – Vj.-Schr. naturforsch. Ges. Zürich, 126: 149–164, 3 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Zürich.

CICHA, I. & FAHLBUSCH, V. & FEJFAR, O. (1972): Die bistratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. – N. Jb. Paläont., Abh., 140: 129–145, 2 Tab., Stuttgart.

DEHM, R. (1949): Das jüngere Tertiär in Südbayern als Lagerstätte von Säugetieren, besonders Dinotherien. – N. Jb. Miner. etc., Abh., 90, B: 1–30, 3 Abb., Taf. 1–2, Stuttgart.

DEHM, R. (1951): Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1951: 140–152, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

DEHM, R. (1952): Über den Fossilinhalt von Aufarbeitungslagen im tieferen Ober-Miocän Südbayerns. – Geologica Bavarica, 14: 86–90, München.

DEHM, R. (1955): Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung, (: 81–88). – In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300000, München (Bayer. Geol. Landesamt).

DEHM, R. (1957): Fossilführung und Altersbestimmung der Oberen Süßwasser-Molasse auf Blatt Augsburg 1:50000, (: 34–39). – In SCHAEFER, I.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50000, 92 S., 4 Abb., 2 Beil., München (Bayer. Geol. Landesamt).

DEHM, R. (1960): Zur Frage der Gleichaltrigkeit bei fossilen Säugerfaunen. – Geol. Rdsch., 49: 36–40, 2 Abb., Stuttgart.

DEHM, R. (im Druck): August Wetzler – sein Wirken für Geologie und Paläontologie in Schwaben. – (Günzburg).

DIETRICH, W. O. & KAUTSKY, F. (1920): Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse und des Tertiärs am Südrand der Schwäbischen Alb. – Cbl. Miner. etc., 1920: 243–253, Stuttgart.

ENGEL, TH. (1896): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. – 2. Aufl., XXV + 470 S., 95 Abb. 6 Taf., 7 geol. Bilder, 1 geol. Kt. 1:1000000, Stuttgart (Schweizerbart).

ENGEL, TH. (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. – 3. Aufl., hrsg. unter Mitwirkung von E. SCHÜTZE, XXV + 675 S., 261 Abb., 6 Taf., 4 geol. Bilder, 5 Prof.-Taf., 1 geol. Kt. 1:1000000, Stuttgart (Schweizerbart).

ERB, L. (1931): Geologische Spezialkarte von Baden. Erläuterungen zu Blatt Hilzingen (Nr. 146). Mit einem prähistorischen Beitrag von G. KRAFT & K. SULZBERGER. – 115 S., 5 Taf.; Freiburg i. Br. (Herder).

ERB, L. (1967): Geologische Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. – Hrsg. Geol. Landesamt Baden-Württ., Freiburg i. Br.; Stuttgart (Landesvermessungsamt Baden-Württ.). [Siehe dazu SCHREINER 1970]

Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300000 (1955; 11 Bearbeiter). – 106 S., 7 Abb., 3 Profiltaf.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

FAHLBUSCH, V. (1964): Die Cricetiden (Mamm.) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., N. F. 118, 136 S., 67 Abb., 7 Taf.; München.

FAHLBUSCH, V. (1970): Phylogenie und stratigraphische Bedeutung der miozänen Cricetiden (Mamm., Rodentia) Südbayerns. – G. Geol. (2) 35: 153–159; Bologna. (Comm. Medit. Neogene Stratigr., Proc. IVth Sess.)

FAHLBUSCH, V. (1975): Die Eomyiden (Rodentia, Mammalia) der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 15: 63–90, 11 Abb., 1 Tab.; München.

FAHLBUSCH, V. (1976): Report on the International Symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary (München, April 11–14, 1975). – Newsl. Stratigr., 5: 160–167, 1 Tab.; Berlin. Stuttgart.

FAHLBUSCH, V. (1977): Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 11. Ein neues Zwerghirsch-Geweih: *Lagomeryx pumilo?* – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 17: 227–233, 2 Abb., Taf. 16; München.

FAHLBUSCH, V. (1981): Miozän und Pliozän – Was ist was? Zur Gliederung des Jungtertiärs in Süddeutschland. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 21: 121–127, 1 Tab.; München.

FAHLBUSCH, V. & GALL, H. (1970) mit Beiträgen von J. GREGOR und W. JUNG: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 1. Entdeckung, Geologie, Faunenübersicht und Grabungsbericht für 1969. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 10: 365–396, 9 Abb., Taf. 16; München.

FAHLBUSCH, V. & GALL, H. & SCHMIDT-KITTLER, N. (1974), mit einem Beitrag von R. DEHM: Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 10. Die Grabungen 1970–73. Beiträge zur Sedimentologie und Fauna. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 14: 103–128, 4 Abb.; München.

FAVRE, J. (1911): Description géologique des environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. – Ecl. geol. Helv., 11, 1910: 369–476, 36 Abb., 5 Taf., Lausanne.

FAVRE, J. (1934): A. Environs du Locle et des Benets. – Geol. Führer Schweiz, Fasc. V: 356–362, 2 Abb., Hrsg. Schweiz. geol. Ges., Basel (Wepf & Cie.).

FAVRE, J. & BOURQUIN, PH. & STEHLIN, H. G. (1937): Études sur le Tertiaire du Haut-Jura neuchâtelois. – Mém. Soc. paléont. Suisse, 60: 1–46, 7 Abb., 4 Taf., Basel.

FÜCHTBAUER, H. (1954a): Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. – Heidelberger Beitr. Miner. Petrogr., 4: 26–53, 6 Abb., Heidelberg.

FÜCHTBAUER, H. (1954b): Eine sedimentpetrographische Grenze in der oberen Süßwassermolasse des Alpenvorlandes. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh, 1954: 337–347, 2 Abb., Stuttgart.

GALL, H. (1972): Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 4. Die Molluskenfauna (Lamellibranchiata, Gastropoda) und ihre stratigraphische und ökologische Bedeutung. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 12: 3–32, 3 Abb., 1 Tab., München.

Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300000 (1954), (Red. NATHAN, H. u. SCHMIDT-THOMÉ, P.), München (Bayer. Geol. Landesamt). [Siehe dazu „Erläuterungen"]

GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1979): Die Schwäbische Alb und ihr Vorland. – Sammlg. geol. Führer, 67: 271 S., 36 Abb., 14 Taf., Stuttgart (Borntraeger).

GOLWER, A. (1959): Stratigraphie und Tektonik im südlichen Lauchertgebiet (Schwäbische Alb). – Arb. geol.-paläont. Inst. T. H. Stuttgart, N. F. 22: 94 S., 2 Abb., 4 Taf., Stuttgart.

GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. – 278 S., 34 Abb., 16 Taf., 7 Prof. u. Pläne, Stuttgart (F. Enke).

GRIMM, W.-D. (1957): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). – Beih. geol. Jb., 26: 97–184, 14 Abb., 1 Tab., Taf. 3–10, Hannover.

GÜMBEL, C. W. v. (1887): Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schlier's von Ottnang. – Sitz.-Ber. k. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Cl., 17: 219–325, 7 Abb., München.

GÜMBEL, C. W. v. (1889): Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Nördlingen (No. XVI) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern. – 43 S., Cassel (Th. Fischer).

GÜMBEL, C. W. v. (1894): Geologie von Bayern, 2. Bd. – VIII + 1184 S., zahlr. Abb. u. Prof., 1 geol. Kt. 1:1000000, Cassel (Th. Fischer).

HAGN, H. (1955): Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern. – Z. deutsch. geol. Ges., 105, 1953: 324–359, 4 Abb., Taf. 10, Hannover.

HAGN (1961): Die Gliederung der Oberen Meeresmolasse nördlich vom Überlinger See (Bodensee) in mikropaläontologischer Sicht. – Jb. geol. Landesamt Baden-Württ., 5: 293–321, 4 Abb., Tab. 19, Freiburg i. Br.

HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg (Schienerberg, Süd-Baden). – Denkschr. schweiz. naturforsch. Ges. Zürich, 80: 30–118, 2 Abb., 16 Taf., Zürich.

HANTKE, R. (1980a): Die Bedeutung der als ausgestorben betrachteten Leguminosen-Gattung *Podogonium* HEER (= *Gleditsia* L.) für die Obere Süßwassermolasse und für die Vogesen-Schüttung im Delsberger Becken (Jura). – Ecl. geol. Helv., 73: 1031–1043, Basel.

HANTKE, R. (1980b): Die Obere Süsswassermolasse der Schweiz, ihr Paläorelief und ihre stratigraphische Fortsetzung in der Vogesen-Schüttung. – Vj.-Schr. naturforsch. Ges. Zürich, 125: 365–374, Zürich.

HAUS, H. A. (1951): Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des Mittleren Miozäns. – Mitt.-Bl. bad. geol. Landesanst., 1950: 48–66, Abb. 8–10, Freiburg i. Br.

HEER, O. (1859): Flora Tertiaria Helvetiae. Die tertiäre Flora der Schweiz, 3, 378 S., Taf. 101–156, 1 Kt., Winterthur (Wurster & Co.).

HEIZMANN, E. P. J. & GINSBURG, L. & BULOT, CH. (1980): *Prosansanosmilus peregrinus*, ein neuer machairodontider Felide aus dem Miocän Deutschlands und Frankreichs. – Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser B, 58: 27 S., 7 Abb., 2 Taf., Stuttgart.

HEROLD, R. (1970): Sedimentpetrographische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Gesteinen der Molasse Niederbayerns. – Diss. Univ. München, 132 + 8 S., 21 Abb., 14 Tab., München.

HOFMANN, F. (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. – Ecl. geol. Helv., 48: 99–124, 3 Abb., 3 Tab., Basel.

HOFMANN, F. (1956): Die Obere Süßwassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau. – Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing., 23, Nr. 64: 23–34, 1 Abb., Riehen-Basel.

HOFMANN, F. (1958): Das Bentonitvorkommen von Le Locle (Kanton Neuenburg). – Ecl. geol. Helv., 51: 65–71, 2 Abb., 2 Tab., Basel.

HOFMANN, F. (1960a): Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken. – Ecl. geol. Helv., 52, 1959: 461–475, 2 Abb., 1 Tab., Basel.

HOFMANN, F. (1960b): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Ecl. geol. Helv., 53: 1–25, 5 Abb., 11 Tab., Basel.

HOFMANN, F. (1969): Neue Befunde über die westliche Fortsetzung des beckenaxialen Glimmersand-Stromsystems in der Oberen Süsswassermolasse des schweizerischen Alpenvorlandes. – Ecl. geol. Helv., 62: 279–284, 2 Abb., 1 Tab., Basel.

HOFMANN, F. (1976): Überblick über die geologische Entwicklungsgeschichte der Region Schaffhausen seit dem Ende der Jurazeit. – Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 42, Nr. 102: 1–16, 12 Abb., 1 Tab., Riehen-Basel.

JUNG, W. (1968): Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. – 25. Ber. naturwiss. Ver. Landshut: 43–71, 38 Fig.; Landshut.

JUNG, W. & MAYR, H. (1980): Neuere Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 20: 159–173, 1 Abb., 1 Tab.; München.

KIDERLEN, H. (1931): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. 66, B: 215–384, 15 Abb., Taf. 20–21; Stuttgart.

KLÄHN, H. (1924): Über einige säugerführende Vorkommnisse der Molasse Badens. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. 50: 335–363; Stuttgart.

KRANZ, W. (1904): Stratigraphie und Alter der Ablagerungen bei Unter- und Oberkirchberg, südlich Ulm a. D. – Cbl. Miner. etc., 1904: 481–502, 528–540, 545–566, 5 Abb.; Stuttgart.

KRANZ (1905): Geologische Geschichte der weiteren Umgebung von Ulm a. D. Paläogeographische und orogenetische Studie. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 61: 176–203, 1 Abb.; Stuttgart.

KÜBLER, B. (1962): Étude de l'Oehningien (Tortonien) du Locle (Neuchâtel, Suisse). Première partie. – Bull. Soc. neuchât. Sci. natur., 85: 5–42, 2 Abb., 2 Taf.; Neuchâtel.

LEMCKE, K. u. ENGELHARDT, W. v. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. Unter paläontologischer Mitarbeit von H. FAHRION, & E. W. STRAUB. – Beih. geol. Jb., 11: VIII + 109 + A 64 S., 9 Taf., 31 Abb., 72 Tab.; Hannover.

LICHTER, G. & LISKE, T. (1974): Heggbach, eine vergessene Fundstelle der Oberen Süßwassermolasse. – Der Aufschluß, 25: 308–312, 6 Abb.; Heidelberg.

LIPPOLT, H. J. & GENTNER, W. & WIMMENAUER, W. (1963): Altersbestimmungen nach der Kalium-Argon-Methode an tertiären Eruptivgesteinen Südwestdeutschlands. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 6: 507–538, 3 Abb., 6 Tab.; Freiburg i. Br.

MARTINI, E. (1981): Nannoplankton in der Ober-Kreide, im Alttertiär und im tieferen Jungtertiär von Süddeutschland und dem angrenzenden Österreich. – Geologica Bavarica, 82: 345–356, 2 Abb., 2 Taf.; München.

MAYR, H. (1979): Gebißmorphologische Untersuchungen an miozänen Gliriden (Mammalia, Rodentia) Süddeutschlands. – Diss. Univ. München, 380 S., 44 Diagr., 7 Tab., 18 Taf.; München.

MAYR (1980): s. JUNG & MAYR.

MAYR, H. & FAHLBUSCH, V. (1975): Eine unterpliozäne Kleinsäugerfauna aus der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 15: 91–111, Taf. 6–9; München.

MEIN, P. (1975): Résultats du Groupe de Travail des Vertébrés. – In: Report on Activity of the R.C.M.N.S. Working Groups (1971–1975): 78–81, 1 Tab.; Bratislava.

MEIN, P. (1981): Mammal Zonations: Introduction. – Ann. géol. Pays hellén., hors sér., fasc. IV: 83–88, Athen (Proc. VIIth Internat. Congr. Mediterr. Neogene; Athens 1979). [Ausgeliefert 1982]

„Molassekarte" (1954): s. Geol. Übersichtskarte

MOOS, A. (1925): Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm a. D. und Donauwörth. – Geogn. Jh., 37, 1924: 167–252, 1 geol. Kt. 1:200000, 2 Taf.; München.

MOOS, A. (1926): Zur Bildung von Ablagerungen mit Landsäugetieren in der süddeutschen Molasse. – Geol. Rdsch., 17: 8–21; Berlin.

PAPP, A. (1981): Calibration of Mediterranean, Paratethys and Continental Stages. – Ann. géol. Pays hellén., hors sér., fasc. IV: 73–78, 1 Tab.; Athen, (Proc. VIIth Internat. Congr. Mediterr. Neogene, Athens 1979). [Ausgeliefert 1982]

PROBST, J. (1866): Geognostische Skizze der Umgebung von Biberach. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 22: 45–60; Stuttgart.

PROBST, J. (1868): Tertiäre Pflanzen von Heggbach bei Biberach nebst Nachweis der Lagerungsverhältnisse. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 24: 172–185; Stuttgart.

PROBST, J. (1873): Das Hochgeländ. Ein Beitrag zur Kenntniss der oberschwäbischen Tertiärschichten. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 29: 131–140; Stuttgart.

PROBST, J. (1879): Verzeichnis der Fauna und Flora der Molasse im Württembergischen Oberschwaben. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 35: 221–304; Stuttgart.

PROBST, J. (1883/1884): Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach O. A. Biberach und einigen andern oberschwäbischen Localitäten. I. u. II. Abt. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 39, 1883: 166–242, 1 Abb., Taf. 1–2; 40, 1884: 65–95, Taf. 1; Stuttgart.

PROBST, J. (1888): Beschreibung einiger Lokalitäten in der Molasse von Oberschwaben. Vorträge. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 44: 64–114; Stuttgart.

RÖGL, F. & STEININGER, F. F. & MÜLLER, C. (1978): Middle Miocene Salinity Crisis and Paleogeography of the Paratethys (Middle and Eastern Europe) (: 985–990, 7 Abb.). – In: HSÜ, K. & MONTADERT, L. & a., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42, Part 1; Washington (U.S. Government Printing Office).

ROGER, O. (1898): Wirbelthierreste aus dem Dinotheriensande der bayerisch-schwäbischen Hochebene. – 33. Ber. naturwiss. Ver. Schwaben u. Neuburg: 1–44, Taf. 1–3; Augsburg.

ROMAN, F. & VIRET, J. (1934): La faune de Mammifères du Burdigalien de la Romieu (Gers). – Mém. Soc. géol. France, N. S., Mem. 21: 1–67, pl. 1–12; Paris.

RÜHL, F. (1896): Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayerisch Schwaben von den Alpen bis zum Jura und der Iller bis zum Ammersee. – 32. Ber. naturwiss. Ver. Schwaben u. Neuburg: 327–490; Augsburg.

RUTTE, E. (1956): Die Geologie des Schienerberges (Bodensee) und der Öhninger Fundstätten. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 102: 143–282, 24 Abb., 1 Tab., Taf. 6–10, 5 Beil.; Stuttgart.

SANDBERGER, F. (1870–1875): Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt. – 1000 S., 1 Tab., 36 Taf.; Wiesbaden (C. W. Kreidel).

SCHEUENPFLUG, L. (1980): Neue Funde ortsfremder Weißjuragesteine in Horizonten der südbayerischen miozänen Oberen Süßwassermolasse um Augsburg. (Ein Beitrag zum Problem der REUTERschen Blöcke.) – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 62: 131–142, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

SCHLICKUM, W. R. (1963): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. – Arch. Moll., 92: 1–10, Taf. 1; Frankfurt a. M.

SCHLICKUM, W. R. (1964): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. – Arch. Moll., 93: 1–70, Taf. 1–5; Frankfurt a. M.

SCHLICKUM, W. R. (1966): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. – Arch. Moll., 95: 321–335, Taf. 12–13; Frankfurt a. M.

SCHLICKUM (1974): Der Aussüßungs- und Verlandungsvorgang im Bereich der Oberen Brackwassermolasse Süddeutschlands. – Senckenbergiana leth., 54: 521–526; Frankfurt a. M.

SCHLICKUM, W. R. & STRAUCH, F. (1968): Der Aussüßungs- und Verlandungsprozeß im Bereich der Brackwassermolasse Niederbayerns. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 8: 327–391, 7 Abb., 2 Tab.; München.

SCHLOSSER, M. (1904): Notizen über einige Säugethierfaunen aus dem Miocän von Württemberg und Bayern. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. 19: 485–502, Taf. 26; Stuttgart.

SCHMIDT-KITTLER, N. (1972): Die obermiozäne Fossil-Lagerstätte Sandelzhausen. 6. Proboscidea (Mammalia). – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., 12: 83–95, 3 Abb., Taf. 4–5; München.

SCHREINER, A. (1970): Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000. – 286 S., 28 Abb., 11 Taf., 5 Beil., Hrsg. Geol. Landesamt Baden-Württ. (Landesvermessungsamt Baden-Württ. Stuttgart). [Siehe dazu ERB 1967]

SCHREINER, A. (1976): Hegau und westlicher Bodensee. – Sammlg. geol. Führer, 62: 93 S., 22 Abb., 1 Tab.; Berlin. Stuttgart (Borntraeger).

SEEMANN, R. (1929): Stratigraphische und allgemein-geologische Probleme im Obermiocän Südwest-Deutschlands. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. 63, B: 63–122, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

STAUBER, H. (1937): Neuere geologische Untersuchungen am Schienerberg. Die Naturschutzgebiete „Oehninger Steinbrüche" und „Bohlinger Schlucht". – Mein Heimatland. Bad. Bl. f. Volkskunde etc., 24: 321–347, 26 Abb.; Freiburg i. Br. (Haus Badische Heimat).

STAUBER, H. (1939): Erforschungsgeschichte der Öhninger Fundstätten und ihrer Versteinerungen. – Zbl. Miner., Geol., Paläont., B, **1939**: 314–332; Stuttgart.

STEHLIN, H. G. (1914): Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. – Verh. naturforsch. Ges. Basel, **25**: 179–202, 2 Abb.; Basel.

STEHLIN, H. G. (1934): s. BAUMBERGER (1934: 69–70).

STEHLIN, H. G. (1937): s. FAVRE & a. (1937: 9–17).

STEININGER, F. F. & RÖGL, F. (1979): The Paratethys History – a contribution towards the Neogene Geodynamics and the Alpine Orogene (an abstract). – Ann. géol. Pays hellén., hors sér., fasc. III: 1153–1165, 1 Tab.; Athen (VIIth Internat. Congr. Mediterr. Neogene, Athens 1979).

STEININGER, F. & RÖGL, F. & MARTINI, E. (1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). – Newsletter Stratigr., **4**: 174–202, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin. Stuttgart.

STORZER, D. & GENTNER, W. (1970): Spaltspuren-Alter von Riesgläsern, Moldaviten und Bentoniten. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **52**: 97–111, 8 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

STRAUCH, F. (1973): 9. Faziostratotypus: Unter- und Oberkirchberg, Oberbayern [lies: Baden-Württ.], (: 253–255 Abb. 37). – In: SENEŠ, J. (Red.), Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der zentralen Paratethys, Bd. III. M 2, Ottnangien etc., 841 S., zahlr. Abb., Tab. u. Taf.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).

WEILER, W. (1955): Untersuchungen an der Fischfauna von Unter- und Oberkirchberg bei Ulm vornehmlich an Hand von Otolithen in situ. – Paläont. Z., **29**: 88–102, Taf. 8, 1 (14teilige) Abb.; Stuttgart 1955.

WELLNHOFER, P. (1969): Ein neu aufgefundenes *Mastodon*-Skelett aus der Oberen Süßwassermolasse von Reisensburg bei Günzburg a. d. Donau. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., **9**: 215–220, 3 Abb.; München.

WERNER, J. (1975a): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1: 25000, 8020 Meßkirch; Hrsg. Geol. Landesamt Baden-Württ., Stuttgart (Landesvermessungsamt Baden-Württ.)

WERNER, J. (1975b): Erläuterungen zu Blatt 8020 Meßkirch. – 209 S., 16 Abb., 2 Tab., 5 Taf., 8 Beil.; Hrsg. Geol. Landesamt Baden-Württ., Stuttgart (Landesvermessungsamt Baden-Württ.)

WETZLER, A. (1857): Ueber den Jura und die Molasse in der Umgegend von Günzburg. – 10. Ber. naturhist. Ver. Augsburg: 22–39; Augsburg.

WU, WENYU (1982): Die Cricetiden (Mammalia, Rodentia) aus der Oberen Süßwasser-Molasse von Puttenhausen (Niederbayern). – Zitteliana, **9**: 37–80, 16 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; München.

ZÖBELEIN, H. K. (1960): Über die chattische und aquitanische Stufe und die Grenze Oligozän/Miozän (Paleogen/Neogen) in Westeuropa. – Mitt. geol. Ges. Wien, **52**, 1959: 245–265, 2 Abb.; Wien.